

# ***LE LAGRANGIEN À L'ÉPICERIE***

**Comparaison des résultats théoriques et empiriques du rendement de l'information sur Internet dans une perspective d'économie comportementale**

**Cédric Levasseur-Laberge**

Mémoire présenté à :  
Dorothée Boccanfuso et Kim Lehrer, co-directrices  
Patrick Richard, lecteur

En vue de l'obtention du grade de  
Maître ès science (M.Sc.)

École de Gestion  
Département d'économique

**Université de Sherbrooke**  
**Le 7 septembre 2017**

## Table des matières

PRÉFACE .....	4
INTRODUCTION .....	6
Le lagrangien à l'épicerie.....	6
La rationalité au temps des microprocesseurs .....	7
2. REVUE DE LITTÉRATURE.....	11
2.1 L'optimisation, une valeur normative.....	11
2.2 D'utilité et de regret .....	12
2.3 Le labeur de l'esprit .....	13
2.4 Pas la peine de se casser la tête pour ça .....	14
2.5 Évaluer l'effort.....	15
2.6 Le bon grain, l'ivraie et le blog.....	16
2.7 Let Me Google That For You .....	18
2.8 Résumé de la revue de littérature.....	20
3. PROCÉDURE EXPÉRIMENTALE.....	21
3.1 Forme de l'expérience.....	21
3.2 Modalités du jeu.....	22
3.3 Recrutement des participants .....	24
3.4 Infrastructure technique .....	24
4. TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNÉES .....	25
4.1 Résultats de la collecte.....	25
4.2 Modélisation d'un comportement rationnel.....	26
4.2.1 Relation gain potentiel - temps utilisé .....	33
4.2.2 Relation gain potentiel - utilisation du conseil d'expert .....	34
4.2.3 Résumé mathématique .....	35
4.3 Analyse des réponses et calibration personnelle.....	35

4.4 Analyse des comportements .....	36
4.5 Variables utilisées .....	38
4.5.1 Variables relatives à la question .....	39
4.5.2 Variables relatives au joueur.....	39
4.5.3 Variables relatives au comportement du joueur dans la question.....	40
4.5.4 Variables relatives aux ressources utilisées .....	42
4.6 Modèles testés .....	43
4.6.1 Impact de l'enjeu sur le temps de réponse .....	43
4.6.2 Utilisation du conseil d'expert .....	50
4.6.3 Utilisation d'une source d'information .....	52
4.6.4 Impact des variables d'intérêt sur la performance .....	55
4.7 Résumé des résultats .....	56
5. DISCUSSION .....	59
CONCLUSION.....	62
BIBLIOGRAPHIE .....	64
ANNEXES .....	67
Annexe 1 : QUESTIONNAIRE.....	67

## LISTES DES FIGURES

<b>Figure 1</b> : Structure visuelle de l'interface de jeu .....	23
<b>Figure 2</b> : Diagramme technique de l'infrastructure du jeu .....	25
<b>Figure 3</b> : Visualisation de l'impact de l'utilisation du conseil d'expert sur la probabilité d'avoir la meilleure réponse .....	35
<b>Figure 4</b> : Distributions des variables <i>timeSpent</i> et <i>logTimeSpent</i> .....	40
<b>Figure 5</b> : Illustration de la relation trouvée entre <i>timeSpent</i> et <i>stake</i> dans le modèle (44) .....	44
<b>Figure 6</b> : Temps de réponse moyen (en secondes) par question .....	45

## LISTES DES TABLEAUX

<b>Tableau 1</b> : Modèles linéaires simples régressant <i>logTimeSpent</i> sur <i>logStake</i> , <i>logPerceivedStake</i> , <i>userRiskAversionIndex</i> et <i>isLateStart</i> .....	43
<b>Tableau 2</b> : Modèles linéaires simples régressant <i>logTimeSpent</i> sur <i>logStake</i> , <i>logPerceivedStake</i> et <i>userRiskAversionIndex</i> sur les 6 premières questions, et sur <i>logStake</i> , <i>logPerceivedStake</i> et <i>isLateStart</i> sur les 6 dernières .....	45
<b>Tableau 3</b> : Résultats de régressions linéaires où les variables <i>logStake</i> , <i>logPerceivedStake</i> et <i>isLateStart</i> sont séparées sur les deux moitiés du questionnaire .....	47
<b>Tableau 4</b> : Résultats de régressions logistiques sur la probabilité que <i>logTimeSpent</i> soit supérieure à un seuil donné, où les variables <i>logStake</i> , <i>logPerceivedStake</i> et <i>isLateStart</i> sont séparées sur les deux moitiés du questionnaire .....	48
<b>Tableau 5</b> : Effets de différentes variables sur la probabilité que <i>adviceUsed</i> ait la valeur de 1, dans un modèle logit .....	50
<b>Tableau 6</b> : Effet de la familiarité d'une source sur la probabilité qu'elle soit utilisée .....	53
<b>Tableau 7</b> : Effet de la familiarité et de ses deux composantes sur le temps de consultation d'une ressource et sur la probabilité que son conseil soit suivi .....	53
<b>Tableau 8</b> : Effet du temps de réponse, de l'utilisation du conseil d'expert, du nombre d'articles lus, du nombre d'articles de confiance et du nombre d'articles peu fiables sur la probabilité d'avoir la meilleure réponse à une question .....	55

## PRÉFACE

Comme point final de mon sinueux parcours académique, ce mémoire se voulait à la fois un travail de recherche et un dernier acte d'insolence.

J'en suis venu à étudier l'économie aux cycles supérieurs - après des études de premier cycle en communication et politique - par quête de rigueur et de réalisme dans l'analyse des comportements humains. Si j'ai certes trouvé la rigueur, la prémisse de rationalité des agents m'a toujours titillé comme bien éloignée de la réalité observée dans mon expérience. Armé de quelques lectures en économie comportementale, j'ai voulu réconcilier les différentes épistémologies qui ont informé ma scolarité, en étudiant à la fois la rationalité et l'influence médiatique dans la prise de décisions économiques.

Ce projet n'aurait pas vu le jour sans la collaboration de mes deux co-directrices, les professeures Dorothée Boccanfuso et Kim Lehrer, qui ont accepté de prendre mon projet peu orthodoxe sous leur supervision. Leurs conseils, leur aide précieuse pour organiser ma collecte de données et leur grande patience ont rendu ce projet possible. Merci aussi au professeur Patrick Richard, qui a accepté d'être le lecteur de ce mémoire.

Je me dois aussi de remercier Marc Roberge, Valérie Vierstraete et Pierre-Oliver Legault Tremblay, qui m'ont généreusement «prêté» leurs groupes d'étudiants afin de procéder à la collecte des données sur lesquelles se base ce mémoire; un grand merci va également aux étudiants de ces groupes, dont la participation et le sérieux ont permis au projet de se concrétiser. Un grand merci au GRÉDI et à Jonathan Goyette, qui ont financé mon projet. Logistiquement, le soutien matériel du Service des Technologies de l'Information de l'École de gestion et de Wizbusiness Solutions m'a été d'une grande aide.

Sur le plan personnel, je me dois évidemment de remercier mes parents, pour m'avoir donné le goût du savoir et pour leur encouragement. Je n'aurais pas pu compléter cette maîtrise sans le soutien et les discussions stimulantes de mes amis et camarades de classe. Enfin, je remercie du fond du coeur ma copine, Tuyen Tran, pour son appui, ses encouragements dans mes moments de doute, et sa précieuse aide mathématique.

*“Now, whether it be  
Bestial oblivion or some craven scruple  
Of thinking too precisely on the event,  
A thought which, quartered, hath but one part wisdom  
And ever three parts coward”*

- Hamlet, IV,4

## INTRODUCTION

Dans la liste des clichés parfaits, quelque part entre les baisers sous la pluie et les chiens mangeurs de devoirs, on trouve les travaux d'économie dont l'incipit évoque la mémoire d'Adam Smith et sa « main invisible » guidant les marchés vers des équilibres optimaux. C'est hélas là un artifice usé auquel je devrai me résoudre pour souligner l'importance centrale qu'occupe, dans la théorie économique, la prémisse de la rationalité décisionnelle des agents, généralement définie comme la « prise de décision optimale sous l'information disponible ». Thaler (2015), dans son opus grand-public sur la naissance de l'économie comportementale, observe que « la prémisse centrale de la théorie économique est que les gens choisissent en optimisant », alors que Sudgen (1991) souligne qu'il existe une propension à « considérer comme suspecte » toute théorie allant à l'encontre de cette prémisse, « jusqu'à ce que ses microfondements eussent été solidement établis ». Dès lors, lorsque la rationalité décisionnelle passe à la loupe, c'est souvent l'ensemble de la science économique qui l'est à sa suite.

### **Le lagrangien à l'épicerie**

Pourtant, le quotidien abonde de cas qu'on pourrait classer comme irrationnels, paresseux, impulsifs, risqués, ou tout simplement ne se conformant pas à une certaine définition de l'optimalité. L'une des premières critiques qu'à peu près tous les étudiants d'économie adressent à leurs professeurs est celle du « lagrangien à l'épicerie » : lorsque devant des produits similaires à faibles prix (par exemple, des boîtes de soupe en conserve dont les prix ne sont séparés que de quelques sous), peu de gens optimisent longuement l'utilité prévue par chaque produit face à leurs prix respectifs. Généralement, une décision est prise à l'intérieur de quelques secondes, sans recherche approfondie, parfois même au hasard, puisque le pire qui puisse arriver, le cas échéant, est que la soupe goûte moins bon que prévu et que l'agent - en cas de dégoût total - dusse la jeter dans l'évier, perdant ici quelques sous. À l'inverse, toutefois, pensons à l'achat d'une propriété immobilière : pour un achat de cette catégorie, tout un chacun (à moins d'être Larry Ellison) procédera à un long magasinage, à des réflexions profondes, à des visites, des discussions avec la banque, et défrayera même des sommes non-négligeables pour faire évaluer et inspecter une demeure. Pourquoi? Parce que, dans ce cas-ci, l'enjeu est considérable, tant en argent qu'en utilité. Dans ce cas, la tolérance de l'agent à l'incertitude et à une éventuelle sous-optimalité dans sa prise de décision sera beaucoup plus faible.

Cette critique de la prémisse de la rationalité peut toutefois sembler perdre de son mordant à notre époque. En effet, s'il est certes vrai que s'informer et prendre des décisions requièrent toujours un effort, force est également d'admettre que les ordinateurs, les téléphones intelligents et l'ubiquité d'Internet rendent l'information et la puissance de calcul accessibles de partout, ce qui réduit ainsi de beaucoup les coûts d'information et facilite grandement l'analyse et l'optimisation fondées sur des grands volumes de données.

### **La rationalité au temps des microprocesseurs**

Un autre cliché utilisé à tout vent est celui de l'« économie de l'information »; parmi les miracles qu'elle promet, via la disponibilité instantanée de quantités phénoménales d'information et la puissance de calcul extraordinaire dont disposent les ordinateurs modernes, on compte évidemment la capacité d'allouer des ressources plus efficacement qu'avant : qu'il s'agisse d'acheter un billet d'avion au plus bas tarif possible, de commander un taxi via Über, de se loger temporairement grâce à Airbnb ou d'acheter de tout ou n'importe quoi aux grandes foires d'eBay ou de kijiji, les exemples abondent sur les façons dont Internet semble vouloir être un outil exceptionnel pour garantir des marchés efficaces et liquides. On peut donc considérer que l'utilisation de ces machines déterministes peut pallier à l'irrationalité occasionnelle ou au manque d'information des humains.

À titre d'exemple, déjà, en 2002, Brown et Goolsbee ont démontré que les sites Internet permettant la comparaison de polices d'assurances ont fait substantiellement baisser les prix de ces polices, par simple amélioration de la compétition; en d'autres termes, l'agrégation d'information autrement diffuse et son formatage intuitif (réduisant le coût cognitif de son traitement) permettent ensemble aux consommateurs d'optimiser leurs choix, contribuant ainsi à une meilleure allocation des ressources. De même, Etzioni et al. (2003) ont développé un algorithme complexe de utilisant l'intelligence artificielle et le data-mining pour optimiser les choix de billets d'avion, permettant à des passagers hypothétiques d'économiser en moyenne 24%; aujourd'hui, des applications comme Hooper ou Google Flights utilisent des techniques similaires

Tout n'est parfois pas toujours aussi clair que l'achat d'une police d'assurances; en effet, dans l'ensemble d'Internet, ce que l'on peut trouver sur divers sujets prend des formes diverses pour transmettre de l'information dont la précision et la véracité sont variables; cela va des données brutes jusqu'à l'éditorial, et des articles scientifiques jusqu'aux blogues ésotériques, pseudo-



scientifiques, ou encore complotistes<sup>1</sup>. Dans cette mer d'information, le problème de l'agent n'est plus tant celui de la disponibilité que celui du **tri de l'information** pour en séparer le bon grain de l'ivraie. Levitin (2014) résume le problème moderne par « Too much information, too many decisions » (p.3). Bien sûr, des outils comme les agrégateurs d'information, les réseaux sociaux ou les moteurs de recherche peuvent simplifier le processus, mais rien n'y garantit l'exactitude des résultats non plus; et ultimement, des ressources cognitives doivent être octroyées à la sélection d'information, à son application au problème d'intérêt, et à la production d'une réponse satisfaisante - tout un chacun n'a pas nécessairement le loisir d'inventer une intelligence artificielle pour planifier ses vacances. Dès lors, la prise de décision requiert tout de même des efforts de nouvelles natures, et l'agent doit décider si l'enjeu en vaut le coût.

C'est à cette modélisation de l'effort et de la tolérance au risque informationnel relativement aux enjeux auxquels ils s'appliquent que nous nous intéresserons, en nous inspirant, à la base, assez largement des idées et travaux de Herbert Simon, de Richard Thaler ainsi que de Daniel Kahneman et Amos Tversky.

Nous poserons donc dans ce mémoire deux questions de recherche qui orienteront notre projet:

1. Dans un environnement où le temps est limité mais l'information abondante, à quels problèmes, sur la base de leur utilité, les agents choisiront-ils d'allouer plus de ressources temporelles, cognitives et financières afin d'optimiser leurs décisions ?
2. Lorsqu'ils cherchent de l'information afin d'optimiser leurs décisions quelles sont les caractéristiques des sources auxquelles les agents se fieront le plus pour différents problèmes ?

Face à ces questions de recherche, nos hypothèses de départ sont les suivantes :

*1. Lorsque soumis à de courtes échéances décisionnelles, les agents préféreront ne consacrer du temps et/ou de l'argent à s'assurer de prendre des décisions parfaitement informées que pour les décisions dont l'enjeu est le plus élevé;*

---

<sup>1</sup> Au début de ce projet de recherche, au printemps 2015, la problématique de la qualité de l'information sur Internet semblait un souci non-existant aux yeux de plusieurs, et trivial pour beaucoup d'autres. Au moment d'écrire cet ajout, à l'hiver 2017, le monde a bien changé, entre les « faits alternatifs », les *trolls*, les «*fake news*» et les « médias *mainstream* ». Sans tomber dans l'opinion normative, on se doit de constater un gonflement de la présence de la question dans l'espace public.

*2. Lorsque soumis à de courtes échéances décisionnelles, les agents préféreront se fier à de l'information traitée et familière mais potentiellement fausse, ainsi qu'à leur instinct, plutôt que consacrer du temps et/ou de l'argent à s'assurer de prendre des décisions parfaitement informées;*

Autrement dit, nous postulons qu'une relation positive devrait exister entre la taille de l'enjeu d'une décision et les ressources consacrées à optimiser cette même décision, en tenant compte de facteurs individuels comme l'aversion au risque.

Essentiellement, nous testons si, à défaut de toujours être des optimisateurs rationnels dans les gestes qu'ils posent comme agents économiques, les individus optimisent l'effort qu'ils mettent à optimiser.

Nous utilisons une méthodologie expérimentale basée sur un jeu-questionnaire, avec incitatifs financiers à la performance, simulant différentes décisions à caractère économique auxquelles des personnes sont appelées à être exposées au cours de leur vie.

Comme résultats, nous trouvons une relation concave entre la taille de l'enjeu sur lequel porte une décision et les ressources allouées à la décision. De plus, cette relation s'estompe lorsque les contraintes de temps se resserrent. Nous tentons également de vérifier s'il existe un lien entre et le choix de sources d'informations à des fins de décision et la familiarité de celles-ci pour l'agent, mais ne trouvons pas de relation significative. De plus, étonnamment, nous ne parvenons pas à établir de relation entre le temps consacré à prendre une décision et l'optimalité de celle-ci.

Somme toute, nos résultats confirment que les agents tentent d'allouer efficacement leur temps et se satisfont des réponses qu'ils peuvent trouver dans le temps qu'ils ont; qu'ils tentent de s'aider en consultant diverses sources d'information sur Internet; et qu'ils sont parfois prêts à déboursier pour obtenir de l'information qui leur accorde plus de certitude.

Ce mémoire est organisé en 4 sections. La section 2 renferme la revue de littérature. Elle couvre l'inspiration et les fondements épistémologiques à l'origine de ce projet, ainsi que les recherches antérieures sur des sujets similaires et les approches expérimentales suggérées. La section 3 explique en détail la procédure expérimentale qui a été établie pour mener à bien la collecte de données. La section 4 contient les résultats : d'abord, un sommaire de la collecte de données; ensuite, les bases mathématiques en fonction desquelles les modèles d'analyses sont construits; enfin, les résultats des régressions sont présentés et expliqués. Enfin, la section

5 contient une discussion sur les bons coups de ce mémoire ainsi que sur éléments à améliorer dans des recherches ultérieures.

## 2. REVUE DE LITTÉRATURE

Un des chercheurs ayant beaucoup contribué à l'examen et à la redéfinition de la rationalité comme processus par lequel les humains prennent des décisions à caractère économique est Herbert Simon; déjà, en 1955, il posait la nécessité de « remplacer la rationalité globale de l'*homme économique* par un type de comportement rationnel qui est compatible avec l'**accès à l'information** et les **capacités computationnelles** possédées par ces organismes » (page 99). Ce sont à ces deux derniers éléments que ce mémoire se consacrera.

En effet, dès lors que, comme Simon, on pose le processus d'information et de prise de décision non pas comme exogène mais bien comme un ensemble de contraintes opérationnelles faisant intégralement partie du problème sur lequel la décision doit se porter, on admet d'emblée qu'un agent rationnel pourra, même sans être sujet à d'éventuels biais cognitifs, se contenter raisonnablement d'une décision dont l'optimalité est au mieux incertaine, simplement parce que les coûts qui seraient associés à une collecte complète d'information et à son traitement exhaustif dépasseraient les gains possibles engendrés par cet effort. Pour le dire en termes économiques standards, l'agent rationnel cesse l'effort cognitivo-informationnel lorsque le « rendement marginal » de l'information (le gain marginal moins le coût marginal) devient nul. C'est ce qu'Herbert Simon appelle la « satisfaction » (*satisficing*). C'est ce que l'exemple de l'achat d'une boîte de soupe versus celui d'une maison, en introduction, résume.

### 2.1 L'optimisation, une valeur normative

Avant même de poser la question du processus décisionnel et du « degré d'optimisation » par les agents, il serait opportun de se demander comment évaluer, dans toute la complexité paramétrique du monde réel, les bases sur lesquelles on se fonde pour qualifier une décision d'optimale. Einhorn et Hogarth (1981) se livrent à une longue réflexion sur le sujet, en partie, encore une fois, à la suite de Simon (1978). D'abord, ils affirment que « considérer le jugement humain comme sous-optimal sans discuter des limites des modèles d'optimalité est naïf » (p.56). En d'autres termes, la prémisse qui veut que l'on s'attende des humains qu'ils adoptent des comportements suivant une définition quelconque de l'optimalité (par exemple, la maximisation sous contrainte de l'utilité) est en soi fortement normative, et les déviations à ce standard ne relèvent pas nécessairement de l'incongruité scientifique ou de la sous-performance cognitive des agents, mais peuvent relever d'autres facteurs : préférences

discontinues ou idiosyncratiques, effet de groupe, dynamiques de pouvoir, normes culturelles ou morales, etc. Ensuite, ils notent l'importance des paramètres environnementaux et de l'horizon temporel dans l'optimisation des décisions, et que l'optimisation, même de situations simples, devient hasardeuse en dehors d'un horizon temporel spécifique. Selon eux, c'est seulement dans un cadre environnemental et temporel donné qu'on peut concevoir une rationalité, qu'ils définissent comme « la maximisation ou la minimisation d'un critère explicite et mesurable » (p.55); en l'absence d'un tel cadre, les contraintes d'optimisation sont trop floues pour que la situation puisse être formalisée en tant que problème spécifique. On ajoute une couche de complexité supplémentaire au problème dès lors que les décisions se prennent sous incertitude.

Notons également que les processus et stratégies décisionnels diffèrent d'une situation à l'autre, d'un individu à l'autre. En effet, Butler et al. (1991), à la suite de Thompson et Tuden (1959), proposent la catégorisation suivante des « modes » de prise de décision : par computation (l'évaluation mathématique des données fournies et leur inclusion dans des formules), par jugement (en évaluant les facteurs intangibles), par négociation (en trouvant un compromis entre les parties, par exemple dans un arbitrage) et par inspiration (en cas d'impasse, lorsque l'on tranche sur l'impression)<sup>2</sup>. Essentiellement, vu la variété de façons de répondre à un problème, on ne peut pas nécessairement toujours juger les processus décisionnels quotidiens par la même loupe de l'optimisation d'un critère mesurable.

## **2.2 D'utilité et de regret**

La théorie de la décision sous incertitude a une longue littérature à son compte. Citons d'emblée les « gros noms » que sont von Neumann et Morgenstern (1947) et Kahneman et Tversky (1979), qui ont proposé, respectivement, les théories fondamentales (mais plus ou moins opposées) que sont l'« utilité VNM » et le « prospect theory ». Essentiellement, l'utilité VNM, issue de la théorie économique classique, postule que l'agent maximisera rationnellement l'espérance d'utilité. Pour sa part, le « prospect theory », tiré de l'économie comportementale, se fonde sur les observations comportementales empiriques et souligne l'importance du cadrage des attentes de l'agent et la non-continuité des préférences de l'agent, soulignant son aversion aux pertes (plutôt que l'aversion au risque); l'utilité négative induite par une perte par rapport au cadre de référence (les attentes) sera donc plus grande en valeur

---

<sup>2</sup> Notons que Butler et al. (1991) proposent cette catégorisation pour les processus en cadre organisationnel, mais on voit mal en quoi on ne pourrait l'utiliser au niveau individuel.

absolue que l'utilité induite par un gain équivalent, ce qui peut engendrer des incohérences dans les comportements des agents sous les hypothèses de continuité et de transitivité des préférences.

À la suite de ceux-ci, Loomes et Sudgen (1982) proposent une « théorie du regret » (« Regret theory »), laquelle se fonde sur trois points centraux :

1. Les choix auxquels les individus sont confrontés sont généralement des choix entre diverses actions ayant des conséquences possibles, et non directement entre des ensembles de loteries et de probabilités, et de ces conséquences on peut déduire une utilité.
2. Il existe des ensembles de conséquences (assorties de leurs probabilités respectives) qui adviendront «par défaut»; l'utilité induite par ces conséquences par défaut peut être déduite, et forme un cadre de référence.
3. En plus de l'utilité induite par les conséquences, il existe une félicité ou un regret associé, respectivement, à la sensation de victoire lorsque l'action de l'agent mène à un changement positif d'état par rapport au cadre de référence, et au sentiment d'échec lorsque celle-ci mène à un changement négatif.

Dès lors, la quête du sentiment de victoire ou la peur du regret de l'échec s'insèrent dans le processus décisionnel de l'agent, qui, comme dans le prospect theory, ne cherchera plus seulement à maximiser l'utilité obtenue de sa situation matérielle, mais également son *sentiment* par rapport à sa *responsabilité* quant aux changements dans celle-ci.

### **2.3 Le labeur de l'esprit**

Une fois passée la question de la décision, vient celle de l'effort nécessaire à la production de cette dernière. Intuitivement, c'est assez simple : il suffit de regarder le langage courant qui regorge d'expressions comme « dur labeur », « travail acharné » ou « casse-tête » pour comprendre que l'effort, incluant l'effort cognitif, est généralement associé à un désagrément. Dès lors qu'un désagrément - une utilité négative - est induit par la prise de décision, ce dernier se doit d'être inclus, comme tout autre coût, dans les paramètres décisionnels auxquels l'agent fait face. C'est là ce qu'expliquent Garbarino et Edell (1997), qui ont étudié l'effet de l'effort à fournir (ils utilisent le terme « affect induit par le traitement », ou « *process-induced affect* », pour nommer le désagrément induit par l'effort cognitif demandé par les tâches décisionnelles complexes) sur la prise de décision. Essentiellement, ils se posent la question à savoir si « des alternatives qui diffèrent seulement en difficulté de traitement sont choisies différemment les

unes des autres. Si une alternative est plus complexe à traiter qu'une autre, est-ce que l'effort cognitif supplémentaire la rend moins attirante? » (p.147). Leur prémisse, s'inspirant entre autres de Payne (1982) et Russo et Doshier (1983), est simple : les ressources cognitives dont un humain dispose sont limitées et doivent, comme toute autre ressource productive, être allouées selon certaines priorités; c'est, essentiellement, une reprise du concept de « *bounded rationality* » de Herbert Simon. En particulier, encore plus près du sujet ici à l'étude, Russo et Doshier (1983) parlent de « choix effort-erreur » (« *effort-error tradeoff* ») pour caractériser le comportement observé par les agents lorsqu'ils se permettent des marges d'erreur un peu plus amples pour s'épargner des efforts décisionnels trop élevés. Cela est cohérent avec notre hypothèse de départ.

Pour leur part, Bench et Lench (2013) s'intéressent à l'ennui. Évoquant que les émotions sont des indicateurs de l'état d'avancement de leur sujet face à un objectif, ils posent que l'ennui est un signal qu'une activité ne vaut plus la peine d'être poursuivie et que l'individu qui y est proie devrait changer de tâche pour passer à l'une dont le potentiel est plus probant.

## 2.4 Pas la peine de se casser la tête pour ça

Pour en revenir à notre question de recherche, une autre considération importante est celle du lien entre la taille des enjeux et les comportements décisionnels adoptés par les agents. À cet effet, Fehr-Duda et al. (2008), peut-être plus en ligne avec l'idée traditionnelle de l'agent rationnel, ont montré expérimentalement que l'aversion au risque, postulat corollaire à l'utilité VNM, est croissante avec la taille des enjeux; autrement dit, un agent rationnel deviendra moins tolérant au risque face à des décisions dont les enjeux sont de plus grande taille.

Payne (1982), de son côté, mentionne un certain nombre de recherches antérieures ayant démontré une aversion au risque plus élevée lorsque les délais décisionnels sont plus courts en fonction des tâches cognitives requises. Autrement dit, en posant l'aversion au risque  $A$ , l'espérance de gain d'une décision (son enjeu)  $E(g)$ , l'effort total requis  $\eta$ , le temps alloué  $t$ , et l'effort mental continu  $f = \frac{d\eta}{dt}$ , on aurait, selon ces auteurs :

$$\frac{dA}{d\eta} > 0, \frac{dA}{dt} < 0, \frac{dA}{df} > 0 \text{ et } \frac{dA}{dE(g)} > 0$$

ce qui, intuitivement, est logique. En effet, moins l'on a le temps de poser et d'évaluer si les risques en valent la chandelle, plus on se rabattra sur une option sûre. De même, toutes choses étant égales par ailleurs, un enjeu plus élevé mènera à une aversion au risque plus élevée,

puisque le potentiel d'utilité négative est plus élevé en cas de mauvaise décision (encore une fois, revenons-en à notre boîte de soupe et à notre maison). Combinée à l'idée du « tradeoff » effort-erreur de Russo et Doshier, cette aversion au risque croissante avec la taille des enjeux et l'effort à fournir, mais décroissante avec le délai autorisé de réponse en revient encore une fois essentiellement à notre hypothèse de départ : qu'un agent devant prendre des décisions multiples sur de courtes échéances allouera en priorité ses efforts à réduire le risque d'erreur sur des décisions dont l'enjeu est important.

Notre intérêt pour les processus décisionnels ne se limite toutefois pas au lien direct entre enjeux et coûts décisionnels; en effet, entre ces deux éléments, on trouve un processus qui estime l'effet qu'auront ces coûts sur le résultat de la décision. Le cas échéant, nous nous intéressons à deux composantes du coût décisionnel : les déboursés directs (les coûts d'information spécialisée ou de recours à de l'expertise, par exemple), d'une part; et les efforts cognitifs d'autre part, que l'on peut ensuite diviser en temps de réflexion, en tâches accomplies et en information consommée.

Payne (1982) souligne avec raison que l'effort requis par diverses opérations cognitives à des fins décisionnelles n'est pas le même, et que l'agent ne décidera pas tant d'allouer tel effort à telle décision, qu'il ou elle choisira une stratégie - un ensemble d'opérations mentales - qui minimise le rapport coût-bénéfice (ou, pour reprendre la terminologie de Russo et Doshier, le rapport « effort-erreur ») pour chaque problème à résoudre en fonction des caractéristiques de ce dernier; en d'autres termes, les comportements décisionnels varient grandement d'une décision à l'autre.

## **2.5 Évaluer l'effort**

Dans une perspective empirique, toute étude du lien entre l'effort fourni et l'enjeu d'un problème donné se heurte à la question de la mesure de l'effort. En effet, dès lors même que l'on peut observer la stratégie employée par un agent pour prendre une décision, la mesure de l'effort fourni devient passablement complexe. Classiquement, la psychologie propose des mesures physiologiques de l'effort cognitif, comme la mesure du mouvement des yeux, la pupillométrie (l'étude de la dilatation des pupilles) ou l'imagerie à résonnance magnétique. Ce sont toutes là des façons de faire très intéressantes et probablement assez justes, mais logistiquement hors de portée dans le cadre de cette étude. Johnson et Payne (1985) et Bettman et al. (1990) proposent pour leur part des méthodologies intéressantes : à la suite de travaux de Newell et Simon (1972), Johnson (1979), et Huber (1980), qui ont formalisé des ensembles



d'opérations cognitives fondamentales (assez similaires aux instructions fondamentales d'un processeur) mises en action pour mener à bien une tâche mentale, ils attribuent un poids d'effort à chacune de ces opérations, qui leur permet de calculer l'effort total fourni à traiter une tâche en additionnant atomiquement l'effort induit par chacune des opérations effectuées dans cette tâche. Pour déterminer la liste des opérations élémentaires à effectuer pour résoudre une tâche, Johnson et Payne (1985) décomposent eux-mêmes le problème en composantes, alors que Bettman et al. (1990) demandent à leurs participants d'énumérer eux-mêmes, consciemment, les opérations qu'ils ont effectuées.

## **2.6 Le bon grain, l'ivraie et le blog**

L'une des prémisses de cette recherche concerne le volume, la nature et la variété - tant typologique qu'en qualité - de l'information disponible sur Internet. En effet, la « sagesse » populaire du web abonde d'aphorismes et de généralisations quant au contenu ce celui-ci; qu'on pense aux plus connus : « le meilleur endroit pour cacher un cadavre est la deuxième page de résultats Google », la Loi de Godwin<sup>3</sup>, ou encore la Loi de Poe. Cette dernière, en particulier, stipule essentiellement que, dans les espaces de discussion en ligne, « la parodie d'opinions extrêmes n'est pas d'emblée différentiable de l'expression sincère d'opinions extrêmes » (Aikin, 2009), à tel point que cela peut rapidement semer la confusion auprès de quiconque n'est pas au préalable au courant du degré de sérieux d'un site ou d'un auteur donné.

Cette recherche ne porte (heureusement) pas sur la sociologie des tréfonds du web. Toutefois, cet exemple ci-haut illustre bien cette idée de l'abondance, du caractère contradictoire et de la qualité variable de l'information disponible sur la toile. Metzger (2007) explique le phénomène assez simplement : par le passé, les coûts élevés de diffusion d'information assuraient une mesure d'autorité et de pertinence à toute information disponible dans des médias établis. Or, avec Internet, où ce coût devient pratiquement nul, la prolifération d'information de piètre qualité, de faussetés ou de simple « appâte-clic » (*click-bait*) vient rendre nécessaire un filtrage avant la consommation. En fait, le simple volume d'information sur Internet a pour corollaire que toute navigation y implique un processus de sélection de l'information consommée. Comme le résume Metzger (2007), « Internet a rendu plus important que jamais auparavant, le besoin d'évaluer de manière critique l'information, tout en faisant passer d'autorités

---

<sup>3</sup> La Loi de Godwin, postulée par Mike Godwin, est un aphorisme de la culture du web; elle stipule que, dans un débat animé sur Internet dont le nombre d'échanges tend vers l'infini, la probabilité qu'une référence à Adolf Hitler soit émise devient inévitable.

professionnelles au simple individu la responsabilité d'établir la crédibilité et la qualité de cette information » (p.2079).

Lorsqu'il est question d'utilisation d'Internet à des fins décisionnelles, la première question à se poser est celle de la crédibilité de l'information, que Metzger (2007) divise en deux éléments : l'expertise et la fiabilité. Metzger (2007) insiste sur le fait que la crédibilité d'une source est établie par celui ou celle qui la consulte, et est évaluée à la fois objectivement et subjectivement, tant sur la « qualité de l'information » que sur « la perception de fiabilité, d'expertise, et l'attrait » (p.2078). Del Vicario et al. (2016), pour leur part, définissent la différence entre de l'information scientifique et celle issue de complots par la possibilité d'en vérifier les dires.

Pan et Chiou (2011) ont étudié les processus utilisés par les consommateurs pour naviguer dans le brouillard de crédibilité des sources en ligne. Principalement, ils proposent un processus extrapolatif complexe par lequel les usagers des « systèmes de bouche-à-oreille électroniques » cherchent à établir la crédibilité d'une source, à partir de divers « indices » perçus dans le contenu (entre autres : la positivité ou la négativité des évaluations, le lien social entre les intervenants, la capacité des lecteurs à s'identifier aux intervenants) et dans la nature du bien ou service qui est évalué.

Cet accent sur le bouche-à-oreille et sur la capacité d'identification nous mène à devoir discuter des tendances à l'homophilie dans le contenu consulté sur le web. Sonnenwald (1999) postule le cadre théorique de l'« horizon informationnel » : en conceptualisant l'information comme un espace géométrique hyperdimensionnel (social, conceptuel, contextuel, culturel, cognitif, etc.), on peut y situer diverses informations de par les caractéristiques qui leur sont propres; il en va de même pour les individus. Dès lors, l'« horizon informationnel » d'une personne est constitué de l'information dans un « rayon » à sa proximité. En effet, que ce soit à travers les résultats de recherche personnalisés ou la simple agrégation par affinité sur les médias sociaux, il existe un principe démontré que les individus ont tendance à s'associer à d'autres individus partageant leur vision du monde, ainsi qu'à consommer de l'information non seulement leur étant familière (Bisgin et al., 2011), mais qui a aussi tendance à confirmer les croyances préalables, que ces dernières soient vraies ou non (Del Vicario et al., 2016); plus encore, Stroud (2010) explique que cette homophilie informationnelle a une propension réursive, en ce que la consommation sélecte d'information s'inscrivant dans le cadre idéologique préférentiel d'un individu renforcera ses attitudes et son processus de sélection d'information, de telle manière qu'un effet amplifie l'autre à répétition: c'est ce qu'on appelle fréquemment la « chambre

d'échos » (« *echo chamber* »). Dès lors, lorsqu'un individu adopte des habitudes de consommation d'information de piètre qualité - sensationnaliste, biaisée, ou simplement fausse - ce processus de sélection aura souvent tendance à se renforcer de lui-même, au point où, selon Del Vicario et al. (2016), «les mécanismes qui alimentent le flot d'information génèrent de fausses croyances chez les individus, croyances qui, une fois adoptées, sont rarement corrigées» (p.554).

Toutefois, Colleoni et al. (2014) rappellent que la théorie de la chambre d'échos ne fait pas l'unanimité auprès des chercheurs et qu'une force inverse, basée sur la découverte accidentelle d'information en dehors des cercles familiers, permet de rompre l'isolement. L'homophilie est donc décrite comme la tendance naturelle, mais pas nécessairement comme une force inéluctable.

Tout ceci implique deux choses: premièrement, qu'Internet n'est pas seulement une version indexée et cliquable de l'*Encyclopaedia Britannica* : c'est une collection hétéroclite d'information aussi vraie que fausse, et y avoir recours pour s'aider dans la prise de décision n'implique pas d'emblée une amélioration de l'information disponible; cela peut, au contraire, constituer du bruit. Ensuite, que pour beaucoup, le choix dans la consommation d'information n'est pas seulement une évaluation objective, dans l'absolu, de la qualité empirique et épistémologique d'une source; c'est plutôt un processus subjectif et social, sujet à biais et heuristique. Donc, essentiellement, pour bien s'informer sur Internet, il faut procéder avec méthode et discipline, ce qui implique de consacrer des efforts; or, comme l'explique toutefois Metzger (2007), rares sont ceux qui, face à une nouvelle source d'information, prendront le temps d'effectuer les vérifications pertinentes pour en établir la crédibilité. Cela nous laisse donc avec la familiarité comme critère d'évaluation le plus expéditif, ce qui nous retourne à la problématique des chambres d'écho.

## **2.7 Let Me Google That For You**

Un sujet corollaire est celui de la propension des individus à rechercher et à se fier (ou se méfier) à des opinions d'experts. Cette question peut être évaluée sous différentes facettes, mais deux éléments sont pertinents dans le cadre de cette recherche : la confiance faite aux experts dans la délégation du processus de décision ou d'information, ainsi que le rapport coût/bénéfice du recours à l'expertise. Dans le domaine de la haute finance, Schiller (2001) mentionne que

*« Les décisions que les gestionnaires de portefeuille doivent prendre sont inévitablement influencées par le jugement d'autrui. En prenant des décisions d'allocation majeures, l'un se trouve inévitablement à devoir faire confiance à une perspective ou un consensus commun à propos de l'avenir. Nul ne peut être à la fois historien, politologue, économiste et psychologue. Les professionnels se doivent, ultimement, de généralement avoir confiance que ce que leurs collègues disent est vrai » (p.9).*

Cela tombe sous le sens, et le fait même de l'écrire dans une revue de littérature en est en quelque sorte une preuve en soi.

Au quotidien et pour le commun des mortels, une question préalable à celle du recours à l'opinion experte est la confiance d'un agent dans ses propres capacités à prendre la meilleure décision pour un problème donné. Cela va dans deux sens : d'une part, un agent peut entretenir une certitude (justifiée ou non) satisfaisante en ses capacités; d'autre part, selon Levitin (2014), « il y a une tendance à éteindre nos propres processus décisionnels lorsque nous nous sentons dépassés [...] Les gens à qui l'on offre un choix ainsi que l'opinion d'un expert cessent d'utiliser les parties du cerveau qui contrôlent la prise de décision indépendante et délèguent la décision à l'expert » (p.239). Basuroy et Ravid (2014) notent que, contrairement à la croyance populaire, l'opinion de critiques professionnels a plus d'impact sur les revenus d'un film que le bouche-à-oreilles. Évidemment, cela n'est toutefois pas toujours le cas dans tous les domaines; en effet, les experts peuvent toujours se tromper (et ceux oeuvrant dans l'œil du public le font à répétition), et certaines personnes entretiennent une certaine méfiance (méritée ou non) à l'endroit de l'expertise conventionnelle. Toutefois, Bromme et Thom (2016) relèvent que les adultes sont, en général, assez aptes à évaluer quel expert est à même de bien les aider dans un domaine en particulier, indépendamment de leurs connaissances préalables sur le sujet.

Savolainen (2008) note que, lors d'une recherche d'information liée à un problème spécifique, les individus ont souvent tendance à utiliser leur information « de préférence » (c'est à dire, l'information qui leur est familière) dans les premières phases de leur recherche puis, par la suite, si besoin est, aller chercher de l'information sur la base de sa pertinence - ce qui peut inclure le recours aux experts. Hertzum (2014) mentionne par contre qu'un processus similaire d'homophilie ou de sélection par familiarité ou préférence existe, même lors du recours à l'expertise; il prend toutefois soin de mentionner que, lors du recours à l'expertise, le premier souci des chercheurs d'information n'est pas de *minimiser* leur effort en ayant recours aux sources les plus accessibles et immédiates dans leur « horizon informationnel », mais bien de sélectionner une information de qualité « suffisante » pour contribuer à résoudre le problème d'intérêt. Cela semble donc s'aligner avec l'hypothèse du *satisficing* de Simon. Hertzum (2014) note également que « la complexité des tâches augmente le recours aux sources

d'information, alors que l'importance des tâches amplifie l'influence de la qualité sur la sélection des sources » (p.775), ce qui est très près de la seconde hypothèse de départ de cette recherche.

## **2.8 Résumé de la revue de littérature**

En résumé, la littérature existante nous montre un volume intéressant de recherche quant aux contraintes et aux variantes qui s'exercent sur la prise de décision, notamment à caractère économique. Entre autres, Simon (1955) parle de «rationalité limitée» et de «satisfaction» dans un exercice de celle-ci qui permette au moins l'atteinte d'un seuil de confort dans le résultat de la décision. D'autres auteurs se font critiques (Einhorn et Hogarth, 1981) de l'utilisation du concept mathématique d'optimisation dans la description des comportements microéconomiques et proposent des classifications alternatives (Butler et al., 1991) de modes de décision en la matière afin de mieux refléter les processus humains; plus fondamentalement encore, Kahneman et Tversky (1979), avec la *prospect theory*, proposent de revoir la conception classique de l'utilité espérée sous incertitude, suite à leurs observations empiriques, pour refléter que les préférences des agents ne sont pas continues, mais que l'utilité négative induite par une perte est plus grande que l'utilité positive induite par un gain équivalent; c'est ce qu'ils appellent l'«aversion aux pertes». À leur suite, Loomes et Sudgen (1982) proposent une «théorie du regret», qui étendent le *prospect theory* pour inclure l'affect induit par le sentiment de responsabilité de l'agent dans son gain ou dans sa perte.

Toujours dans l'étude de l'affect, Garbarino et Edell (1997) établissent une utilité négative induite par l'effort cognitif, utilité négative qui doit être prise en compte dans la modélisation du comportement des agents, dans le cadre de ce que Russo et Dosher (1983) appellent le «troc effort-erreur» - une stratégie où l'agent choisit une combinaison d'effort et de probabilité d'erreur.

Nous nous sommes ensuite intéressé à la littérature qui concerne la qualité de l'information sur Internet. À ce sujet, notamment, Aikin (2009) et Metzger (2007) dressent un portrait d'Internet où, en l'absence de barrières à la publication d'information, l'information honnête devient difficile à distinguer de la fausseté. En plus de l'abondance de désinformation, plusieurs auteurs se penchent sur les effets de groupes et les «chambres d'échos» sur Internet. Entre autres, Sonnenwald (1999) pose le concept d'«horizon informationnel», qu'on peut définir par l'information proche (au sens euclidien) d'une personne de par ses caractéristiques propres; c'est dans cet horizon informationnel aisément accessible qu'une personne pigera l'essentiel

de son information. Stroud (2010), Bisgin et al. (2011) et Del Vicario et al. (2016) notent que les individus ont tendance à s'informer auprès de sources qui confirment leurs croyances préalables qu'elles soient vraies ou fausses; le phénomène a aussi tendance à se renforcer de lui-même, de manière à ce que le choix d'information influence les opinions d'une personne, qui à son tour choisira des sources d'information qui correspondent à ses opinions. Del Vicario et al. (2016) notent que ces tendances sont rarement brisées ou corrigées, même si Colleoni et al. (2014) insistent qu'il ne s'agit pas là d'une fatalité et que des interactions imprévues viennent toujours induire des remises en question. Savolainen (2008), pour sa part, indique que la préférence pour l'information familière est réelle, mais qu'après une première recherche auprès de sources familières, les individus font parfois appel à des experts. Bromme et Thom (2016) notent d'ailleurs que la plupart des adultes sont capables d'identifier les sources expertes capables de les aider à résoudre un problème spécifique, au besoin.

Somme toute, la littérature nous apprend que le comportement des agents est plus complexe que ce que la théorie économique standard explique, et que les agents prennent en compte divers facteurs, en plus de leur utilité directe, dans leur prise de décision; entre autres, l'effort de prise de décision a un coût en lui-même. Lorsqu'ils doivent s'informer sur Internet pour s'aider, les individus s'informeront généralement auprès de sources familières, ce qui peut induire des biais ou renforcer de fausses croyances. Enfin, les gens savent généralement faire appel à la bonne opinion experte lorsqu'ils en ont besoin.

### **3. PROCÉDURE EXPÉRIMENTALE**

Après un tour d'horizon de la littérature existante, il est temps de se pencher sur la question de recherche ici-étudiée. Pour ce faire, comme expliqué plus haut, nous utilisons une méthodologie expérimentale basée sur un jeu-questionnaire, avec incitatifs financiers à la performance, simulant différentes décisions à caractère économique auxquelles des personnes sont appelées à être exposées au cours de leur vie.

#### **3.1 Forme de l'expérience**

La procédure expérimentale choisie est celle d'un jeu-questionnaire.

Vu le sujet d'étude, l'objectif premier de la procédure expérimentale est de simuler, de manière réaliste, la prise de décision sous contrainte de temps et avec une pluralité de sources d'information, tout en ayant accès à la puissance de calcul des ordinateurs.

Afin de s'assurer de la motivation des participants et, encore une fois, de simuler le processus de décisions à caractère économique, un incitatif monétaire à la performance a été offerte aux participants. Au-delà du caractère intuitif de la pratique, la littérature est assez vaste - quoi que loin d'être unanime - quant à la pertinence et à l'efficacité de cette façon de faire. Smith et Walker (1993) ont déjà fait une revue intéressante des résultats à ce sujet; d'une part, ils notent que, pour plusieurs expériences de nature psychologique, on observe les mêmes résultats avec ou sans incitatif monétaire, alors que, pour les expériences économiques centrées sur la maximisation de gains monétaires, un incitatif de cette même nature (monétaire) à la performance, quelque minime soit-il, augmente de manière importante l'effort fourni par les participants.

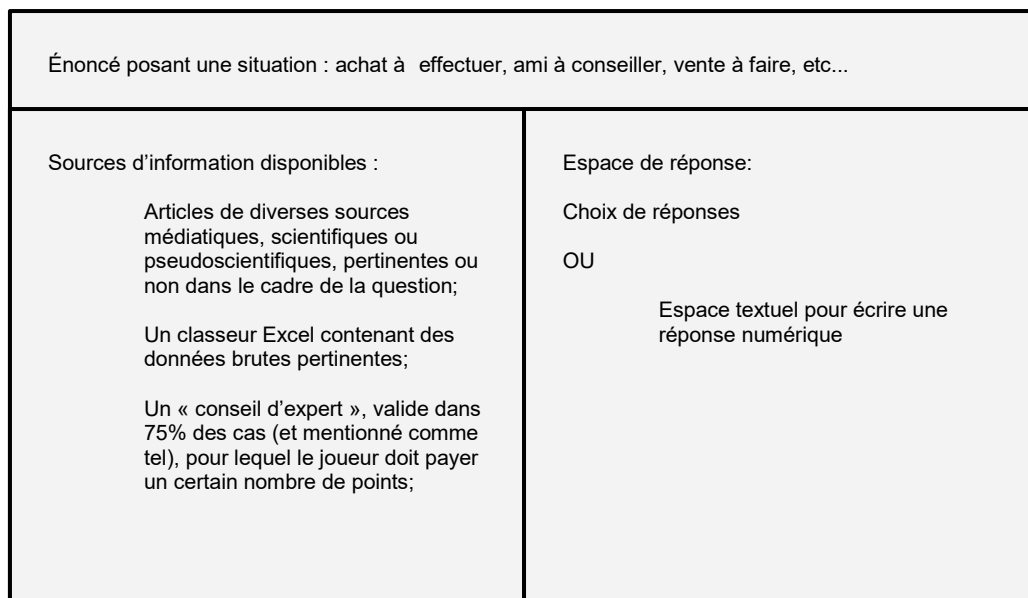
Les participants (à propos desquels les détails se trouvent à la section 3.3) ont donc été compensés comme suit : 10\$ de rémunération de base pour leur participation, plus un bonus pouvant atteindre 20\$, en fonction des résultats engendrés par les choix qu'ils font dans le cadre du jeu. La compensation totale varie donc entre 10 et 30\$. Contrairement à la vraie vie, toutefois, les joueurs ne peuvent pas perdre d'argent suite à leur participation.

### **3.2 Modalités du jeu**

Précisons d'avantage la forme que prend le jeu-questionnaire (document complet dans l'Annexe A).

Le questionnaire du jeu est composé de 12 questions (10 à choix de réponses, 2 demandant des réponses numériques) représentant des choix de vie de nature économique auxquels de jeunes personnes peuvent être confrontées. En temps réel, les joueurs peuvent voir l'évolution de leur budget, évalué par un algorithme calculant l'impact des décisions sur la période déterminée. Les décisions prises au long du jeu sont gardées en mémoire et ont donc un impact cumulatif et interdépendant entre elles.

Matériellement parlant, le jeu a été implémenté en ligne et accessible via un navigateur web sur un ordinateur. C'est là la pratique qui permettait le plus facilement de suivre les comportements des participants dans le cadre du jeu-questionnaire; par exemple, cela permet de calculer le temps consacré à chaque question. Chaque question est construite ainsi :



**Figure 1** : Structure visuelle de l'interface de jeu

Lorsqu'un joueur fait appel à une source d'information, cela est enregistré dans la base de données, incluant le temps durant lequel la source a été utilisée.

Avant le quiz, les participants doivent répondre à trois questions d'« échauffement » similaires à celles du jeu, mais sans accès à des sources d'information; les réponses fournies à ces questions serviront à établir une mesure d'aversion au risque.

À la fin, les participants doivent répondre à un questionnaire permettant d'identifier des caractéristiques propres tel que le sexe, le programme d'études, le salaire horaire qu'ils font s'ils occupent un emploi (cela permettra d'évaluer la valeur monétaire qu'ils accordent à leur temps) et les sources d'information qu'ils fréquentent (à des fins de recoupement avec les sources utilisées pour répondre au questionnaire); ces trois derniers points seront facultatifs.

L'allocation des *boni* à la performance (la portion supplémentaire des gains, allant de 0 à 20\$) aux joueurs a été faite par un algorithme évaluant l'impact de chacune des décisions sur un horizon de 5 ans, et qui calcule la « valeur nette » de chaque joueur à la fin de chaque période. Comme expliqué aux joueurs au début du quiz, c'est ce sur quoi leur bonus se base. Par souci d'équité, toutes les références à des probabilités ont été réalisées et déterminées via la génération de nombres pseudo-aléatoires, en utilisant les **mêmes** nombres pour chaque probabilité distincte pour tous les joueurs. Autrement dit, si les joueurs doivent décider ou non de souscrire à une police d'assurance sinistre, et vivre avec les conséquences du sinistre si ce dernier arrive, l'occurrence du sinistre est déterminé par un processus aléatoire dans le jeu; par contre, le sinistre arrive pour tous les joueurs ou n'arrive pour aucun.



### **3.3 Recrutement des participants**

L'objectif était de recruter entre 50 et 100 participants : des étudiants de première année en économie et dans un autre programme, moins mathématique. La méthode de recrutement privilégiée a été de convaincre des professeurs de la Faculté d'administration (aujourd'hui l'École de Gestion) de l'Université de Sherbrooke de « prêter » leur groupe pour le temps de procéder à l'expérience : le projet et ses modalités ont été présentés aux étudiants de ces groupes et on leur a offert le choix de participer ou non; ceux qui ont souhaité prendre part à l'expérience ont ensuite été dirigés vers un laboratoire informatique où ils ont pu répondre au questionnaire.

Ce bassin de recrutement nous offre à la fois des avantages et des inconvénients, au-delà de la facilité et de l'accessibilité évidentes. Avantageusement, l'uniformité du niveau d'éducation des participants nous évite de nous interroger à savoir si certaines variations dans les variables d'intérêts peuvent être attribuées au nombre d'années d'études; cela est néanmoins une arme à double tranchant, puisque cet échantillonnage non-représentatif de la population (tant en âge qu'en éducation) limite la validité externe de nos résultats. Il en va de même pour les domaines d'études visés, dans une faculté dédiée à la gestion et à l'administration, qui montrent également un biais de sélection envers des individus qui suivent des formations qui les préparent plus particulièrement à résoudre des problèmes de la même nature que ceux présentés dans la cadre du jeu. Nous devons donc garder ces limitations à l'esprit.

Avant de procéder, un certificat d'éthique a été obtenu auprès du Comité d'Éthique de la Recherche de la Faculté de Lettres et Sciences Humaines de l'Université de Sherbrooke.

### **3.4 Infrastructure technique**

L'infrastructure technique utilisée est la suivante:

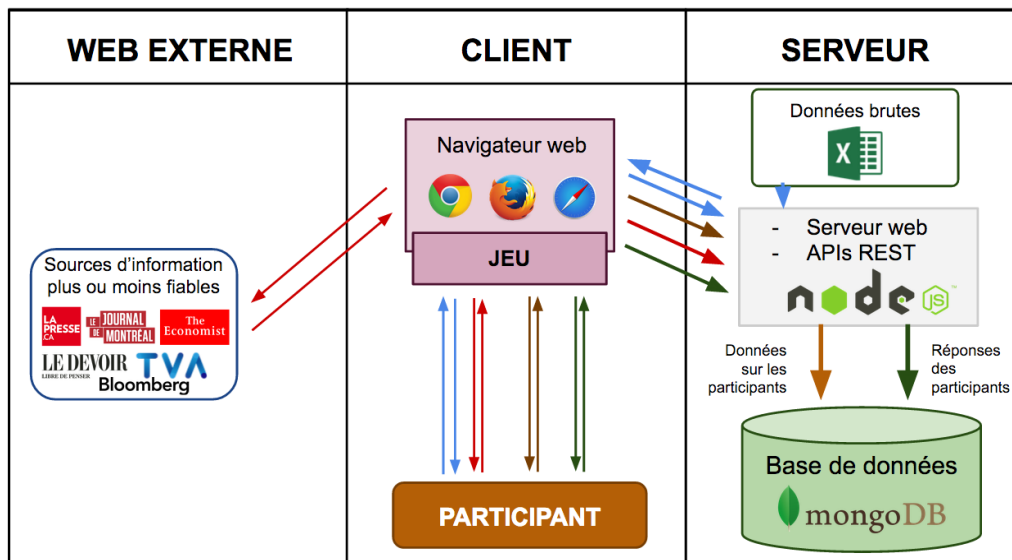


Figure 2 : Diagramme technique de l'infrastructure du jeu

Tout le code que nous avons écrit pour développer l'application de l'environnement de jeu (fichiers HTML, CSS, JavaScript) sera disponible sur GitHub (une plateforme d'hébergement de code en ligne), et [accessible ici](#).

## 4. TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNÉES

### 4.1 Résultats de la collecte

La collecte de données aura finalement été faite auprès de 61 étudiants de premier cycle; la moitié provenait d'un groupe en économie, l'autre en administration. Parmi les participants, 13 ont été éliminés de la base de données finale utilisée pour analyse pour diverses raisons : ils n'avaient pas complété le questionnaire, ils avaient vécu des problèmes techniques qui ont corrompu leurs données, ou encore d'autres raisons. Nous avons donc au final un échantillon de 48 étudiants, avec 24 provenant de chacun des deux groupes susmentionnés. Ces 48 joueurs ont chacun répondu à 12 questions, ce qui nous donne une base de données de 576 questions complétées.

Pour ce qui est des ressources utilisées, nous avons une base de 362 consultations de ressources provenant de 46 des 48 joueurs (en d'autres termes, seulement 2 joueurs n'ont consulté aucune ressource pour les 12 questions). Chacune des 12 questions a vu au moins un joueur consulter au moins une ressource afin de s'aider à y répondre.

## 4.2 Modélisation d'un comportement rationnel

Commençons par poser, décrire et critiquer ce que serait le comportement d'un joueur rationnel et mathématiquement omniscient.

Posons d'abord quelques variables que nous utiliserons tout au long de l'exercice de modélisation :

D'abord, posons que notre joueur  $h$  a, en tout temps  $i$ , un budget de  $B_i$  ; il commence donc le jeu avec une allocation de  $B_0$ .

Posons aussi  $\sigma_{t,i}$  l'enjeu de la question  $t$  au temps  $i$ ,  $\tau_t$  le temps passé à répondre à la question  $t$ , et  $e_t$  l'effort cognitif fourni à la question  $t$ .

Clarifions ce que représente  $\sigma$  : il s'agit de ce qui est « en jeu » (*«at stake»*) à chacune des décisions, enjeu que nous avons établi comme la différence entre le meilleur et le pire résultat. Par exemple, si les conséquences possibles de choix A, B, C et D pour une question sont respectivement de 50\$, 200\$, -20\$ et 40\$, alors nous dirons que l'enjeu de cette question est de 220\$, soit  $200 - -20$ .

Définissons ensuite  $j_t$  une variable binaire qui indique si le joueur a eu recours aux conseils de l'expert;  $d_t$  une fonction discrète, a priori croissante en  $\tau_t$ ,  $e_t$ , et  $j_t$ , et dont la valeur se situe entre 0 et 1 inclusivement, qui représente l'optimalité empirique de la décision prise à la question 1; pour revenir à notre exemple concernant la valeur de l'enjeu, répondre C aurait une valeur de 0 et B une valeur de 1. Finalement,  $p_1$  représente le coût du conseil d'expert à la question 1.

Notre joueur  $h$ , dont nous disons que l'allocation initiale est de  $B_0$ , aura à la fin de la question 1 un nouveau budget égal à

$$B_1 = B_0 + V_1 \quad (2)$$

où

$$V_1 = \sigma_{1,1} * d_1(\tau_1, e_1, j_1) - p_1 j_1 \quad (3)$$

De même, à la question 2, ce sera

$$B_2 = B_1 + V_2 \quad (4)$$

où

$$V_2 = \sigma_{1,2} * d_1(\tau_1, e_1, j_1) + \sigma_{2,2} * d_2(\tau_2, e_2, j_2) - p_2 j_2 \quad (5)$$

Notons que le gain obtenu à la question 1 ( $\sigma_{1,2} * d_1(\tau_1, e_1, j_1)$ ) est ré-inséré; en effet, ce gain peut certes être un bénéfice ou une dépense à occurrence unique, mais peut également être récurrent (par exemple, une augmentation de salaire ou les mensualités dues à une souscription à une police d'assurance) ou même aléatoire (une dépense due à un accident dont les circonstances découlent d'une décision antérieure). À des fins de clarté, précisons encore : une décision au temps  $t$  peut avoir des conséquences au temps  $i$ ,  $\forall i > t$ .

Dès lors, on peut généraliser la formule

$$V_t = \sum_{i=1}^t \sigma_{i,t} * d_i(\tau_i, e_i, j_i) - p_t j_t \quad (6)$$

qui nous permet d'obtenir

$$B_t = B_{t-1} + \sum_{i=1}^t \sigma_{i,t} * d_i(\tau_i, e_i, j_i) - p_t j_t \quad (7)$$

qui devient, en substituant récursivement :

$$B_t = B_0 + \sum_{k=0}^{t-1} [\sum_{i=1}^{t-k} \sigma_{i,t-k} * d_i(\tau_i, e_i, j_i) - p_{t-k} j_{t-k}] \quad (8)$$

Imaginons que nous avons  $n$  questions et un horizon de maximisation de  $m$  tours, avec  $g_{i,t} = 0, d_i = 0, p_i = 0, \tau_i = 0, e_j = 0, j_i = 0 \forall n < i < m$ , au sens où, pour tout  $i$  entre  $n$  et  $m$ , plus aucune décision ne se prend, et on n'a plus que les conséquences subséquentes (des paiements mensuels récurrents, des paiements de salaires ou de boni, les fluctuations de la valeurs d'actions, etc.) des décisions prises pour  $i \leq n$ . Le joueur a donc  $n$  choix à faire pour chacune des variables de choix, soient  $\tau, e, j$  (plus de détails ci-bas). Dès lors, ce que notre joueur rationnel et omniscient cherchera à optimiser est la valeur de  $B_m$ .

Posons plus formellement le problème de maximisation:

$$\text{Max } \{\tau, e, j\} B_m = B_0 + \sum_{k=0}^{m-1} [\sum_{i=1}^{m-k} \sigma_{i,m-k} * d_i(\tau_i, e_i, j_i) - p_{m-k} j_{m-k}] \quad (9)$$

Ce problème ne modélise toutefois pas efficacement le problème auquel notre joueur fait face. En effet,  $B_m$  n'est pas un budget réel qu'il est possible de dépenser pour le joueur; c'est le critère qui déterminera sa compensation, selon la formule

$$Y_h = Base + \Gamma_h \quad (10)$$

où  $Y_h$  représente la compensation pour notre joueur  $h$ ,  $Base$  représente la compensation minimale et  $\Gamma_h$  représente le bonus du joueur  $h$ , calculé selon

$$\Gamma_h = MaxBonus * \frac{B_{m,h}}{B_{m,MAX}} \quad (11)$$

avec  $MaxBonus$  le bonus maximal possible,  $B_{m,h}$  le budget du joueur à la fin de l'horizon donné en instruction, et  $B_{m,MAX}$  le budget maximal qu'il est possible d'atteindre.

Notons aussi que, selon la théorie économique, notre joueur cherchera à maximiser l'utilité qu'il tirera de sa compensation  $Y_h$ . Posons alors  $U_h(x)$  la fonction d'utilité du joueur. Notre problème de maximisation se transforme alors en maximisation de  $U_h(Y_h)$ , soit :

$$\text{Max } \{\tau, e, j\} U_h \left\{ Base + \frac{MaxBonus}{B_{m,MAX}} * (B_0 + \sum_{k=0}^{m-1} [\sum_{i=1}^{m-k} \sigma_{i,m-k} * d_i(\tau_i, e_i, j_i) - p_{m-k} j_{m-k}]) \right\} \quad (12)$$

Toutefois, il ne faut pas oublier l'utilité négative induite par l'effort cognitif, telle qu'expliquée par Garbarino et Edell (1997). Posons  $N_h(e)$ , une fonction d'utilité négative prenant en paramètre l'effort cognitif. Alors, la fonction de maximisation devient :

$$\text{Max } \{\tau, e, j\} (U_h \left\{ Base + \frac{MaxBonus}{B_{m,MAX}} * (B_0 + \sum_{k=0}^{m-1} [\sum_{i=1}^{m-k} \sigma_{i,m-k} * d_i(\tau_i, e_i, j_i) - p_{m-k} j_{m-k}]) \right\} - N_h \{ \sum_{t=1}^n e_t \}) \quad (13)$$

Deux autres éléments nous restent toutefois à corriger. D'abord, l'effort consacré à la résolution du problème n'est pas vraiment mesurable de manière fiable avec les moyens à notre disposition. Ensuite, il existe un coût d'opportunité au temps consacré à répondre aux questions. Or, on pourrait aisément dire que le temps consacré à répondre à une question est un assez bon indicateur, quoi qu'imparfait, de l'effort consacré. On peut dès lors faire d'une pierre deux coups en retirant la variable d'effort  $e_t$  du problème et en gardant seulement le temps comme indicateur de celui-ci, et en soustrayant de la compensation le coût d'opportunité des réponses. On a alors :

$$\text{Max } \{\tau, j\} (U_h \left\{ Base + \frac{MaxBonus}{B_{m,MAX}} * (B_0 + \sum_{k=0}^{m-1} [\sum_{i=1}^{m-k} \sigma_{i,m-k} * d_i(\tau_i, j_i) - p_{m-k} j_{m-k}]) \right\} - s \sum_{t=1}^n \tau_t - N_h \{ \sum_{t=1}^n \tau_t \}) \quad (14)$$

la fonction à maximiser pour notre joueur rationnel et omniscient. Notons aussi, comme expliqué plus haut, que les variables de choix  $\tau$  et  $j$  sont ici des vecteurs de dimension  $1 \times n$  dont chaque élément représente, respectivement, le temps consacré et l'utilisation du conseil d'expert à chacune des  $n$  questions.

Ensuite, dans ce problème, notre joueur a une contrainte de temps qui lui est imposée pour répondre aux questions du jeu. On a donc :

$$\sum_{t=1}^n \tau_t \leq T \quad (15)$$

où  $T$  correspond au temps total alloué au jeu. Un joueur qui déciderait d'optimiser son temps par un lagrangien le poserait donc comme suit :

$$L(\tau, j, \lambda) = (U_h\{Base + \frac{MaxBonus}{B_{m,MAX}} * (B_0 + \sum_{k=0}^{m-1} [\sum_{i=1}^{m-k} \sigma_{i,m-k} * d_i(\tau_i, j_i) - p_{m-k} j_{m-k}]) - s \sum_{t=1}^n \tau_t\} - N_h\{\sum_{t=1}^n \tau_t\}) + \lambda(\sum_{t=1}^n \tau_t - T) \quad (16)$$

que l'on peut, à des fins de lisibilité, réécrire sous forme matricielle.

Commençons par poser une matrice de gains  $G$  de dimension  $n \times m$  où chacune des  $n$  lignes  $G_t$  représente les  $m$  effets ultérieurs d'une réponse à une question  $t$ . Essentiellement, on a

$$G_{t,k} = v_{t,k} * d_{t,k}(\tau_t, j_t) \quad (17)$$

Notons également un triangle nul dans le coin inférieur gauche de la matrice, puisqu'une question à laquelle une réponse n'a pas encore été fournie ne peut évidemment pas avoir d'impact; plus formellement,  $\forall t \in [1, n], \forall k \in [1, m]$  alors  $G_{t,k} = 0 \forall k < t$ . On peut donc calculer l'impact total d'une réponse d'un joueur  $h$  à une question  $t$  par

$$g_{h,t} = \sum_{k=1}^m G_{t,k} = \sum_{k=1}^m v_{t,k} * d_{t,k,h}(\tau_t, j_t) \quad (18)$$

(ou, en sachant que les  $t$  premiers éléments valent zéro, par  $g_{h,t} = \sum_{k=t}^m G_{t,k}$ ). On a donc un vecteur  $g_h$  de  $n$  éléments qui représente l'ensemble des impacts sur l'ensemble de l'horizon d'intérêt pour le joueur  $h$ .

De même, on peut poser le vecteur  $c_h(j_h)$ , aussi de longueur  $n$ , constitué tel que  $c_{h,t}(j_{h,t}) = p_t * j_{h,t}$ .

On peut donc réécrire notre problème par

$$L(\tau, j, \lambda) = (U_h\{Base + \frac{MaxBonus}{B_{m,MAX}} * (B_0 + \sum_{t=1}^n [\sum_{k=1}^m G_{t,k} - p_t j_t]) - s \sum_{t=1}^n \tau_t\} - N_h\{\sum_{t=1}^n \tau_t\}) + \lambda(\sum_{t=1}^n \tau_t - T) \quad (19)$$

qui devient ensuite

$$L(\tau, j, \lambda) = (U_h\{Base + \frac{MaxBonus}{B_{m,MAX}} * (B_0 + \sum_{t=1}^n [g_t(\tau_t, j_t) - c_t(j_t)]) - s \sum_{t=1}^n \tau_t\} - N_h\{\sum_{t=1}^n \tau_t\}) + \lambda(\sum_{t=1}^n \tau_t - T) \quad (20)$$

Sortons maintenant de notre postulat d'omniscience du joueur. Un joueur à la question  $t$  ignore quelle sera la question  $t+1$  et comment il devra y réagir. Il ne peut alors pas optimiser simultanément, au départ, les comportements qu'il devra adopter au long du jeu. Il ne peut pas non plus changer, au temps  $t$ , ses comportements du temps  $t-1$ . De plus, le joueur ne connaît pas avec certitude l'effet exact qu'auront son temps de réflexion et son recours au conseil d'expert sur ses gains ultérieurs, le montant exact de l'enjeu (dont la nature est, de toute manière, parfois stochastique), ainsi que les prix des prochains conseils d'expert. Dès lors, on doit reformuler son problème d'optimisation sur deux points :

1. Le problème doit être reformulé en terme d'espérance.
2. Le problème du joueur est au temps  $t$ , conditionné aux choix faits à  $t=1 \dots t-1$ , avec des provisions pour  $t+1 \dots n$ .

Commençons par redéfinir le problème de choix : le joueur doit choisir  $\tau_t$  et  $j_t$  qui maximiseront l'espérance de  $U - N$  au temps  $t$ .

D'abord, notons que notre formulation de  $g_t(\tau_t, j_t)$  est inexacte dans cette perspective : en effet, le joueur ne connaît avec certitude ni la véritable valeur de  $v_{t,k}$ , ni la «valeur d'optimalité» de sa réponse, représentée ci-haut par  $d_{t,k,h}$ . En postulant que le joueur se fait une idée générale - juste ou non, cela importe peu - de la taille de l'enjeu de la décision devant lui, on peut alors poser une variable  $\pi_{h,t}$  qui représente cette conception que le joueur  $h$  se fait de l'enjeu de la question  $t$ , essentiellement :

$$\pi_{h,t} = E(\sum_{k=t}^m v_{t,k}) \quad (21)$$

De même, on peut aussi reformuler

$$\delta_{h,t}(\tau_t, j_t) = \text{Prob}[d_t(\tau_t, j_t) = 1] = E(d_t(\tau_t, j_t)) \quad (22)$$

une fonction de probabilité telle que conçue par le joueur (et propre à chacun) de la façon dont ses efforts le rapprochent de l'optimalité; cette fonction est continue, croissante en  $\tau$  et en  $j$ , définie sur l'ensemble des réels positifs, et sa valeur est comprise entre 0 et 1.

En substituant, on peut alors avoir

$$\gamma_{h,t}(\tau_t, j_t) = \pi_{h,t} * \delta_{h,t}(\tau_t, j_t) = E[g_{h,t}(\tau_t, j_t)] \quad (23)$$

En posant les décisions antérieures et ultérieures comme des constantes au problème immédiat, on a :

$$(U_h\{ \text{Base} + \frac{\text{MaxBonus}}{B_{m,MAX}} * (B_0 + A_{1...t-1} + g_t(\tau_t, j_t) - c_t(j_t) + Z_{t+1...n}) - \theta_{1...t-1} - s\tau_t - \Phi_{t+1...n} \} - N_h\{\tau_t\}) \quad (24)$$

avec  $A_{1...t-1} = \sum_{i=1}^{t-1} [\gamma_{h,i}(\tau_i, j_i) - c_i(j_i)]$  la somme des conséquences des questions précédentes,  $Z_{t+1...n} = \sum_{i=t+1}^n [g_i(\tau_i, j_i) - c_i(j_i)]$  la somme des conséquences des questions ultérieures,  $\theta_{1...t-1} = \sum_{i=1}^{t-1} s\tau_i$  le coût d'opportunité du temps de réponse aux questions précédentes et  $\Phi_{t+1...n} = \sum_{i=t+1}^n s\tau_i$  le coût d'opportunité du temps de réponse aux questions ultérieures

Notons un élément important : dans notre fonction d'utilité négative  $N_h(\tau)$ , seul le temps consacré à la présente question est passé en argument. Nous faisons ainsi puisque l'ennui, tel que défini par Bench et Lench (2013) est un signal émotionnel incitant au changement de tâche – le cas échéant, à passer à la question suivante.

En incluant le caractère stochastique des conséquences des décisions, on a alors :

$$U_h\{ E[\text{Base} + \frac{\text{MaxBonus}}{B_{m,MAX}} * (B_0 + A_{1...t-1} + g_t(\tau_t, j_t) - p_t j_t + Z_{t+1...n}) - \theta_{1...t-1} - s\tau_t - \Phi_{t+1...n}] \} - N_h\{\tau_t\}$$

qui, en incluant les espérances lorsque approprié, peut être réécrit comme :

$$U_h\{ \text{Base} + \frac{\text{MaxBonus}}{B_{m,MAX}} * (B_0 + A_{1...t-1} + E[g_t(\tau_t, j_t)] - p_t j_t + E[Z_{t+1...n}]) - \theta_{1...t-1} - s\tau_t - E[\Phi_{t+1...n}] \} - N_h\{\tau_t\}$$

et, en substituant l'équation 22 :



$$U_h\{Base + \frac{MaxBonus}{B_{m,MAX}} * (B_0 + A_{1...t-1} + \pi_{h,t} \delta_{h,t}(\tau_t, j_t) - p_t j_t + E[Z_{t+1...n}]) - \theta_{1...t-1} - s\tau_t - E[\Phi_{t+1...n}]\} - N_h\{\tau_t\} \quad (25)$$

Puisque la décision est prise au temps  $t$ , notre contrainte de temps devient

$$\sum_{i=1}^{t-1} \tau_i + \tau_t + \sum_{i=t+1}^n \tau_i \leq T \quad (26)$$

qui stipule que le temps consacré à répondre aux questions précédentes ne peut être utilisé à cette période-ci et que celui consacré à la question présente ne peut être consacré aux questions suivantes. Notons aussi que  $E[\Phi_{t+1...n}]$  est placé dans une espérance puisque le joueur ignore au temps  $t$  combien de temps il consacrera aux questions suivantes.

À des simples fins de lisibilité ultérieure, définissons  $M(\tau_t, j_t)$ , la fonction générale de budget du joueur, telle que :

$$M(\tau_t, j_t) = Base + \frac{MaxBonus}{B_{m,MAX}} * (B_0 + A_{1...t-1} + \pi_{h,t} \delta_{h,t}(\tau_t, j_t) - p_t j_t + E[Z_{t+1...n}]) - \theta_{1...t-1} - s\tau_t - E[\Phi_{t+1...n}] \quad (27)$$

Ce qui nous permet de réécrire le problème de manière plus compacte comme:

$$\text{Max } \{\tau_t, j_t\} U_h(M(\tau_t, j_t)) - N_h\{\tau_t\} \quad (28)$$

Une fois la forme à maximiser établie, il ne nous reste qu'à formaliser la contrainte pour avoir un problème dont on peut tirer un système de solution. Ceci est toutefois quelque peu compliqué, au sens où la contrainte de temps est double : d'une part, l'agent ne doit pas excéder la durée  $T$  pour répondre à toutes les questions, mais il doit également, lorsqu'il répond à une question, se laisser suffisamment de temps pour répondre à chacune des questions ultérieures. Nous poserons alors  $\theta$ , une constante représentant ce temps minimum que le joueur se réservera, tel que  $0 < \theta \leq \frac{1}{n}T$  (puisque la somme des durées minimales ne peut excéder la durée totale maximale). Dès lors, au temps  $t$ , on peut reformuler la contrainte de temps sur  $\tau_t$  comme

$$\sum_{i=1}^{t-1} \tau_i + \tau_t + (n - t) * \theta \leq T \quad (29)$$

Puisque nous avons une fonction objective bivariable à optimiser sous contrainte, l'on pourrait être tentés de résoudre par lagrangien. Or, puisque l'on ne peut intégrer la variable  $j_t$  dans notre contrainte, nous nous retrouvons avec un système d'équations insoluble.

#### 4.2.1 Relation gain potentiel - temps utilisé

Commençons donc par simplement maximiser la fonction objective pour  $\tau_t$ , en faisant abstraction de  $j_t$ :

$$\frac{d}{d\tau_t}(U_h - N_h) = 0 \Leftrightarrow \frac{d}{d\tau_t}U_h(M(\tau_t, j_t)) * \left(\frac{MaxBonus}{B_{m,MAX}} * \pi_{h,t} * \frac{d\delta_{h,t}}{d\tau_t} - s\right) = \frac{dN_h}{d\tau_t} \quad (30)$$

Puisque l'on ignore la forme des fonctions d'utilité  $U_h$  et d'ennui  $P_h$  pour chaque joueur, et celle de la fonction de résultat de l'effort  $\delta_{h,t}$ , on ne peut résoudre algébriquement davantage. Afin d'intégrrer notre contrainte, supposons  $\tau_t^*$ , la valeur de  $\tau_t$  qui maximise la fonction objective; on aura alors :

$$\tau_t = \min(\tau_t^*, T - \sum_{i=1}^{t-1} \tau_i - (n - t)\theta) \quad (31)$$

la quantité de temps réellement choisie par le joueur, puisque, si la quantité de temps optimale excède la contrainte, le joueur devra se limiter à cette dernière.

Toutefois, si nous ne pouvons extraire une forme algébrique claire pour représenter  $\tau_t$  en fonction des paramètres du problème, nous pouvons essayer d'en savoir un peu plus. Commençons par manipuler notre représentation de l'optimum comme suit :

$$\pi_{h,t} = \frac{B_{m,MAX}}{MaxBonus} * \left(\frac{d\delta_{h,t}}{d\tau_t}\right)^{-1} * \left[\left(\frac{d}{d\tau_t}U_h(M(\tau_t, j_t))\right)^{-1} * \frac{dN_h}{d\tau_t} + s\right] \quad (32)$$

On se retrouve ici avec une représentation, toutes choses étant égales par ailleurs, de ce que le gain potentiel doit être pour que le joueur lui alloue un temps donné; la réciproque de cette fonction (si nous pouvions l'obtenir) nous donnerait donc, ceteris paribus, le temps consacré pour un potentiel de gain donné.

Supposons, comme le propose la théorie économique, que  $U_h$  est monotone et concave en  $M$  et que  $N_h$  est convexe en  $\tau_t$ . Supposons également que la fonction de probabilité cumulative  $\delta_{h,t}(\tau_t, j_t)$  décrite à l'équation (22) prend la forme d'une sigmoïde croissante en  $\tau_t$ , alors sa dérivée en  $\tau_t$  représentera la distribution des dites probabilités, convexe puis concave, ce qui nous donne une fonction  $M$  strictement croissante en  $\tau_t$ .

On a donc, si on doit étudier le signe des composantes de l'équation (32) :

$$\pi_{h,t} = \frac{B_{m,MAX}}{MaxBonus} * \left( \frac{d\delta_{h,t}}{d\tau_t} \right)^{-1} * \left[ \left( \frac{d}{d\tau_t} U_h(M(\tau_t, j_t)) \right)^{-1} * \frac{dN_h}{d\tau_t} + s \right]$$

$$\pi_{h,t} = const * (f^+, \text{ puis } f^-)^{-1} * \left[ (f^-(f^+(\tau_t)))^{-1} * f^+(\tau_t) + const \right]$$

Puisque les deux constantes  $\frac{B_{m,MAX}}{MaxBonus}$  et  $s$  sont strictement positives, on peut conclure que, pour un joueur rationnel, toutes choses étant égales par ailleurs, la relation entre  $\pi_{h,t}$  et  $\tau_t$  est positive, non-linéaire, et qu'elle est croissante jusqu'à un certain point (là où  $\frac{d}{d\tau_t} \frac{d\delta_{h,t}}{d\tau_t} = 0$ ), puis décroissante. Ceci tombe sous l'intuition et est cohérent avec notre hypothèse. Nous utiliserons cette déduction pour choisir la forme des modèles que nous testerons empiriquement plus loin; toutefois, puisque nous avons fait abstraction de la seconde variable de choix  $j_t$ , nous ne pouvons à ce stade utiliser ces informations plus loin que cela.

#### 4.2.2 Relation gain potentiel - utilisation du conseil d'expert

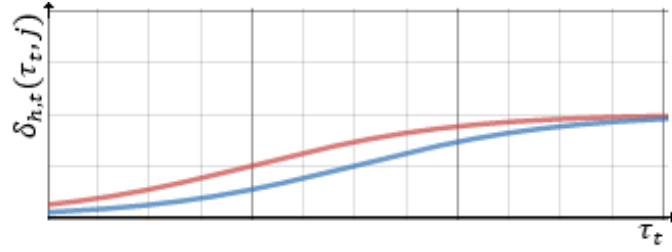
Après s'être attardé à la relation entre le gain potentiel et le temps, penchons-nous sur celle entre le gain potentiel et l'utilisation du conseil d'expert. Gardons toutefois en tête quelques distinctions importantes:

1. L'utilisation du conseil d'expert,  $j_t$  est une variable binaire;
2. Il existe une contrainte sur l'utilisation du conseil d'expert, c'est-à-dire que le joueur doit en avoir les moyens. On peut la formaliser par  $p_t j_t \leq B_t$ . Toutefois, compte tenu de l'écart de magnitude entre les montants attendus pour les budgets des joueurs (ceux-ci ont normalement quelques milliers de dollars en banque) et les prix de l'utilisation des conseils (quelques dizaines de dollars), celle-ci est rarement pertinente.

Procédons ensuite à la maximisation:

$$\frac{d}{dj_t} (U_h - N_h) = 0 \Leftrightarrow \frac{d}{dj_t} \delta_{h,t}(\tau_t, j_t) = \frac{p_t}{\pi_{h,t}} \quad (33)$$

Ce qui nous laisse avec un lien entre l'utilisation du conseil d'expert et le ratio du prix de ce dernier sur le gain potentiel de la question; cela correspond tant à l'intuition qu'à la théorie économique. À partir de cela, tentons d'établir la forme que peut avoir ce lien. Reprenons notre hypothèse que  $\delta_{h,t}(\tau_t, j_t)$ , telle que décrite à l'équation (22) est une fonction de probabilité cumulative qui prend la forme d'une sigmoïde croissante en  $\tau_t$  et que  $j_t$  la déplace vers la gauche tel que, pour un même  $\tau_t = x$ , on aura  $\delta_{h,t}(x, 1) > \delta_{h,t}(x, 0)$ . Visuellement:



**Figure 3** : Visualisation de l'impact de l'utilisation du conseil d'expert sur la probabilité d'avoir la meilleure réponse

Où la courbe rouge représente la valeur de  $\delta_{h,t}(x, 1)$  et la bleue celle de  $\delta_{h,t}(x, 0)$ . Dès lors, pour tout point, la valeur de  $\frac{d}{dj_t} \delta_{h,t}$  équivaut à  $\delta_{h,t}(x, 1) - \delta_{h,t}(x, 0) = f(\tau_t)$  une fonction quelconque, avec  $\frac{d}{d\tau_t} f > 0$  lorsque  $\tau_t$  est sous un certain seuil, puis  $\frac{d}{d\tau_t} f < 0$  au-delà de ce seuil. Puisqu'à l'optimum, on a  $\frac{d}{dj_t} \delta_{h,t}(\tau_t, j_t) = \frac{p_t}{\pi_{h,t}}$ , on aura alors  $j_t = 1$  si  $\delta_{h,t}(x, 1) - \delta_{h,t}(x, 0) > \beta \frac{p_t}{\pi_{h,t}}$ , avec  $\beta$  une constante quelconque.

#### 4.2.3 Résumé mathématique

Résumons quelques éléments que nous garderons à l'esprit pour la construction des modèles que nous testerons empiriquement:

1. La relation entre le temps de réponse et l'enjeu de la question n'est pas linéaire;
2. Le joueur devrait se garder une marge de manœuvre à chaque question, et l'on peut tester si les joueurs le font empiriquement;
3. La probabilité d'utiliser le conseil d'expert dépend de la taille de l'enjeu, du temps déjà consacré et du prix du conseil.

### 4.3 Analyse des réponses et calibration personnelle

Avant de s'attarder empiriquement aux hypothèses de recherche, il sera intéressant de se pencher sur certains comportements à l'intérieur du jeu, à la lumière desquels une meilleure analyse des questions à l'étude sera assurément possible.

Premièrement, à partir des questions de réchauffement, nous calculerons, pour chaque joueur, une mesure d'aversion au risque. Puisque les trois questions de réchauffement visant à calculer l'aversion au risque sont des questions à deux choix de réponse (un risqué, un plus certain), le score d'aversion au risque  $a_h \in [0,1]$  est établi, pour un joueur  $h$ , par

$$a_h = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k r_{h,i} \quad (34)$$

avec  $k$  le nombre de questions d'échauffement (ici, 3) et  $r_{h,i}$  une variable binaire représentant si le joueur  $h$  a choisi la réponse averse au risque à la question  $i$ .

Deuxièmement, il sera possible d'établir, pour chaque réponse fournie, la cohérence entre la réponse émise par le joueur et les suggestions ou penchants des ressources consultés; en effet, pour la plupart des ressources (hormis fichiers de données brutes, qui ont été assemblés par nous pour ne pas avoir de cadrage particulier), on peut établir quelle ou quelles réponse(s) elles suggèrent. Dès lors, il est possible de savoir si le joueur a suivi les conseils des sources qu'il ou elle a consultées. Ainsi, pour  $m$  sources utilisées pour répondre à une question  $t$ , on a

$$c_{h,t} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m r_{h,t,j} \quad (35)$$

avec  $r_{h,t,j}$  une variable binaire valant 1 si la réponse fournie par le joueur  $h$  à la question  $t$  est suggérée par la source  $j$  et 0 sinon, et  $c_{h,t} \in [0,1]$ . Si un joueur n'utilise aucune source pour répondre à une question, alors  $c_{h,t} = 0$ .

#### 4.4 Analyse des comportements

Le cœur de la recherche, toutefois, porte moins sur les décisions qui sont prises par les agents économiques que leurs comportements menant à ces décisions - plus particulièrement, l'effort mis pour prendre chaque décision, en relation au choix à faire. À cet égard, donc, plusieurs points sont d'intérêt.

Un premier est de vérifier la préférence des agents pour des enjeux clairs. Si la formulation d'une question et des choix de réponse implique des montants d'argent définis, des différences pourraient apparaître dans les comportements; entre autres, selon leur profil d'aversion au risque, certains joueurs pourraient décider de préférer consacrer leur énergie à ces questions dont ils peuvent mesurer l'impact plutôt qu'à des questions portant sur des choix dont l'impact, tant immédiat que futur, n'est pas explicité.

Dans la même veine, une autre analyse pertinente - et probablement la plus importante de la recherche - est la préférence pour les enjeux de taille importante puisque, comme le montrent Fehr-Duda et al. (2008), les agents modifient leur comportement et deviennent plus averses au risque lorsque la taille des enjeux croît. Méthodologiquement, c'est simple : vérifier s'il existe

une corrélation entre la taille monétaire d'un enjeu et l'effort consacré à y répondre. Essentiellement, il s'agit de tester si :

$$\tau_t = f_1(E(g_t)) + \varepsilon \quad (36)$$

et si :

$$Prob(j_t == 1) = f_2(E(g_t), \tau_t) + \varepsilon \quad (37)$$

avec  $f_1$  et  $f_2$  des fonctions suivant les caractéristiques déduites à la section 4.2. En corollaire, il serait également intéressant de remplacer le montant réel en jeu, ici représenté par  $E(g_t)$  par un montant approximatif déduit à partir des chiffres les plus visibles sur la page, de manière à construire un enjeu « perçu » (essentiellement,  $\pi_{h,t}$ , ci-haut), afin de pallier à une possible propension des joueurs à être impressionnés par la présence de « gros nombres » dans le libellé d'une question, même si cette dernière n'a pas un grand enjeu pour le joueur. Par exemple, pour le cas de la question où le joueur doit aider une amie à se magasiner une maison, le montant réellement en jeu est de 0\$ (la recommandation faite à l'amie n'a aucun impact sur les finances du joueur), alors que le montant perçu comme étant en jeu est de dizaines de milliers de dollars. On aurait alors:

$$\tau_t = f_1(\pi_{h,t}) + \varepsilon \quad (38)$$

et

$$Prob(j_t == 1) = f_2(\pi_{h,t}, \tau_t) + \varepsilon \quad (39)$$

Une autre méthode intéressante serait de tester la probabilité que le temps consacré en temps dépasse un certain seuil, en fonction de l'espérance (réelle ou perçue) de gain :

$$Prob(\tau_t > \xi) = f_3(E(g_t)) + \varepsilon \quad (40)$$

avec  $\xi$  un seuil arbitraire à définir. Un tel modèle permettrait de représenter un comportement où une question est traitée soit avec diligence, soit avec nonchalance (plutôt que par une relation continue).

Tant pour  $f_1$  que pour  $f_2$  et  $f_3$ , nous inclurons des variables de caractéristiques individuelles des joueurs, telles que définies plus loin à la section 4.5.2.

Enfin, un dernier problème se pose : en effet, dans notre hypothèse de départ, nous mentionnons que « lorsque soumis à de courtes échéances décisionnelles, les agents préféreront se fier à de l'information traitée et familière ». Nous voudrions alors tester

1. si les sources d'information utilisées sont bel et bien celles qui sont les plus familières pour le joueur;
2. si, à mesure que le temps se resserre, les joueurs seront moins enclins à utiliser les données brutes.

Pour ce faire, nous chercherons à évaluer les relations suivantes:

1. La probabilité qu'une source soit utilisée selon qu'elle soit familière au joueur ou non;

$$P(i_{t,h,j} == 1) = f_4(\phi_{h,j}) + u \quad (41)$$

où  $i_{t,h,j}$  est une variable binaire qui représente si la source d'information  $j$  a été utilisée dans le jeu par le joueur  $h$  à la question  $t$ ;

2. La probabilité qu'un joueur utilise les données brutes à mesure que son temps de réponse augmente

$$P(i_{brute,t,h} == 1) = f_5(\tau_{t,h}) + u \quad (42)$$

où  $i_{brute,t,h}$  est une variable binaire qui prend la valeur 1 si les données brutes ont été utilisées par le joueur  $h$  à la question  $t$ ;

Une autre question se pose pour le traitement : s'agit-il de données de panel ou en coupe transversale? Des arguments pour les deux méthodes sont pertinents : d'une part, les décisions sont prises dans un jeu qui simule un parcours dans le temps, et les questions auxquelles ces décisions répondent sont les mêmes pour tous les individus étudiés, ce qui correspond à des données de panel. Par contre, les décisions prises face aux questions ne constituent pas l'observation de l'évolution d'une caractéristique dans le temps, mais bien des réponses distinctes à des questions fondamentalement distinctes; chaque décision et ensemble de comportements peuvent donc aussi être traités comme une caractéristique individuelle distincte. Le panel ne nous semble donc pas approprié.

#### 4.5 Variables utilisées

Avant de plonger dans les résultats et d'en faire l'analyse, faisons un court récapitulatif des variables telles que collectées et utilisées dans le cadre du traitement des données.

### 4.5.1 Variables relatives à la question

#### stake, logStake

Représente l'enjeu de chaque question, notée par  $\sigma_t$  dans l'équation (3). Calculé manuellement selon la formule :

$$\text{Résultat du meilleur choix} - \text{Résultat du pire choix}$$

Puisque la distribution de la variable *stake* penche à gauche et que quelques valeurs extrêmes font monter la moyenne bien au-dessus de la médiane, on prend le logarithme népérien de la variable. On obtient alors une distribution relativement centrée avec laquelle il est plus facile de travailler.

Notons toutefois une limite: la variable *stake* est généralement attribuée de manière globale et uniforme entre les joueurs, alors que l'enjeu réel peut dépendre des choix faits antérieurement et ultérieurement par les joueurs, ainsi que de facteurs aléatoires dont le joueur ignore tant la distribution que la valeur réalisée (et donc ne pourrait calculer une espérance).

#### stake

Min	1 <sup>er</sup> quartile	Médiane	Moyenne	3 <sup>ème</sup> quartile	Max
0	4	500	4638	1302	26500

#### logStake

Min	1 <sup>er</sup> quartile	Médiane	Moyenne	3 <sup>ème</sup> quartile	Max
0	1.609	6.217	5.665	7.7173	10.180

#### perceivedStake, logPerceivedStake

Représente l'enjeu « perceptuel » de la question. La valeur de cette variable est établie subjectivement à partir du libellé de la question. Par exemple, dans une question où une amie demande de l'aide au joueur pour prendre une décision concernant l'achat d'une maison, l'enjeu pour le joueur est de zéro, mais l'enjeu perçu est de plusieurs dizaines de milliers de dollars.

#### perceivedStake

Min	1 <sup>er</sup> quartile	Médiane	Moyenne	3 <sup>ème</sup> quartile	Max
0	150	2000	31470	20000	240000

#### logPerceivedStake

Min	1 <sup>er</sup> quartile	Médiane	Moyenne	3 <sup>ème</sup> quartile	Max
0	5.017	7.601	6.962	9.904	12.390

### 4.5.2 Variables relatives au joueur

#### userRiskAversionIndex

Valeur entre 0 et 1, représentant la proportion de réponses « averses au risque » que le joueur a préférées dans la ronde de réchauffement; son calcul est expliqué par la variable  $a_h$  à l'équation (34)

Min	1 <sup>er</sup> quartile	Médiane	Moyenne	3 <sup>ème</sup> quartile	Max
-----	--------------------------	---------	---------	---------------------------	-----



0	0.3333	0.6667	0.631	1	1
---	--------	--------	-------	---	---

### 4.5.3 Variables relatives au comportement du joueur dans la question

#### **timeSpent, logTimeSpent**

Représente le temps, qu'un joueur a consacré à une question, comme le fait  $\tau_t$  dans les équations ci-haut.

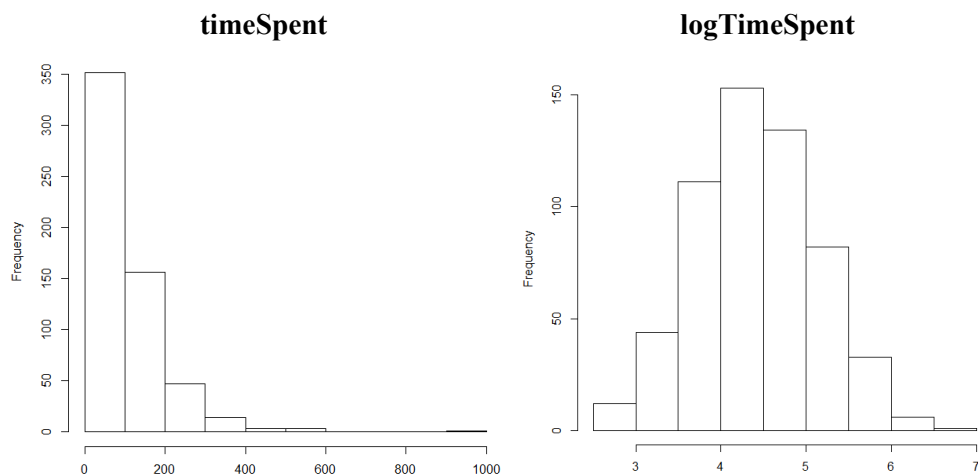
Puisque, comme pour la variable *stake*, la distribution de la variable *timeSpent* est très concentrée à gauche et que quelques valeurs extrêmes font monter la moyenne bien au-dessus de la médiane, on prend le logarithme népérien de la variable. On obtient alors une distribution relativement centrée avec laquelle il est plus facile de travailler.

#### **timeSpent**

Min	1 <sup>er</sup> quartile	Médiane	Moyenne	3 <sup>ème</sup> quartile	Max
11.37	50.52	82.29	111.6	140.5	902.4

#### **logTimeSpent**

Min	1 <sup>er</sup> quartile	Médiane	Moyenne	3 <sup>ème</sup> quartile	Max
2.43	3.92	4.41	4.71	4.95	6.81



**Figure 4** : Distributions des variables *timeSpent* et *logTimeSpent*

#### **rightAnswer**

Variable binaire prenant la valeur 1 si le joueur a fourni la meilleure réponse à la question (donc si  $d_t(\tau_t, j_t) = 1$ ).

Min	1 <sup>er</sup> quartile	Médiane	Moyenne	3 <sup>ème</sup> quartile	Max
0	0	0	0.365	1	1

**isLateStart**

Variable binaire prenant la valeur 1 si le joueur, au moment où il commence la question, a déjà utilisé en moyenne plus de 150 secondes pour répondre aux questions précédentes, et qu'il aura donc devant lui moins de 150 secondes par question.

Min	1 <sup>er</sup> quartile	Médiane	Moyenne	3 <sup>ème</sup> quartile	Max
0	0	0	0.225	0	1

**isLateEnd**

Variable binaire prenant la valeur 1 si le joueur, au moment où il finit de répondre à la question, a déjà utilisé en moyenne plus de 150 secondes pour répondre, et qu'il aura donc devant lui moins de 150 secondes par question.

Notons que  $isLateStart_t = isLateEnd_{t-1}$ .

Min	1 <sup>er</sup> quartile	Médiane	Moyenne	3 <sup>ème</sup> quartile	Max
0	0	0	0.231	0	1

**usedResources**

Représente le nombre d'articles lus par le joueur pour répondre à cette question.

Min	1 <sup>er</sup> quartile	Médiane	Moyenne	3 <sup>ème</sup> quartile	Max
0	0	0	0.58	1	6

**usedAnyResource**

Variable binaire prenant la valeur 1 si le joueur a lu au moins un article, de quelque type que ce soit.

Min	1 <sup>er</sup> quartile	Médiane	Moyenne	3 <sup>ème</sup> quartile	Max
0	0	0	0.3	1	1

**usedAdvice**

Variable binaire prenant la valeur 1 si le joueur a utilisé le conseil d'expert pour répondre à cette question.

Min	1 <sup>er</sup> quartile	Médiane	Moyenne	3 <sup>ème</sup> quartile	Max
0	0	0	0.04	0	1

**usedRawData**

Variable binaire prenant la valeur 1 si le joueur a utilisé des données brutes pour répondre à cette question.

Min	1 <sup>er</sup> quartile	Médiane	Moyenne	3 <sup>ème</sup> quartile	Max
0	0	0	0.08	0	1

#### 4.5.4 Variables relatives aux ressources utilisées

##### **used**

Variable binaire dénotant si le joueur a utilisé une ressource donnée pour une question donnée.

Min	1 <sup>er</sup> quartile	Médiane	Moyenne	3 <sup>ème</sup> quartile	Max
0	0	0	0,06	0	1

##### **logTimeSpentResource**

Logarithme naturel du temps, en secondes, de consultation de la ressource.

Min	1 <sup>er</sup> quartile	Médiane	Moyenne	3 <sup>ème</sup> quartile	Max
1,89	3,43	3,89	3,9	4,4	5,99

##### **heededAvice**

Variable binaire prenant la valeur de 1 si le joueur a fourni une réponse correspondant à celle suggérée par la ressource. Notons toutefois que ce ne sont pas toutes les ressources qui suggèrent clairement une réponse en particulier.

Min	1 <sup>er</sup> quartile	Médiane	Moyenne	3 <sup>ème</sup> quartile	Max
0	0	0	0,15	0	1

##### **linkFamiliar**

Variable binaire identifiant si l'hyperlien de l'article consulté appartient à une source d'information que le joueur a identifiée comme une source qu'il ou elle consulte fréquemment.

Min	1 <sup>er</sup> quartile	Médiane	Moyenne	3 <sup>ème</sup> quartile	Max
0	0	0	0.1	0	1

##### **governmentSource**

Variable binaire identifiant si l'article consulté provient d'une source gouvernementale.

Min	1 <sup>er</sup> quartile	Médiane	Moyenne	3 <sup>ème</sup> quartile	Max
0	0	0	0.13	0	1

##### **isTrusted**

Variable binaire identifiant si l'hyperlien de l'article consulté appartient à une source d'information que le joueur a identifiée comme une source qu'il ou elle consulte fréquemment, ou bien d'une source gouvernementale.

Min	1 <sup>er</sup> quartile	Médiane	Moyenne	3 <sup>ème</sup> quartile	Max
0	0	0	0.25	0.75	1

## 4.6 Modèles testés

Testons maintenant nos hypothèses à partir des données colligées. Au vu des modèles mathématiques étayés ci-haut, nous testerons différents modèles pour chacune des deux hypothèses de départ.

### 4.6.1 Impact de l'enjeu sur le temps de réponse

#### 4.6.1.1 Par réponse (combinaison joueur-question)

Pour commencer, nous testerons quelques modèles linéaires ayant le temps de réponse comme variable dépendante, basés sur nos équations (37) et (39). Le premier modèle que nous testerons est

$$\logTimeSpent_{h,\tau} = \beta_0 + \beta_1 \logStake_{\tau} \quad (44)$$

Suivi d'une variante de ce modèle utilisant  $\logPerceivedStake$ , comme proposé en (39), tel que:

$$\logTimeSpent_{h,\tau} = \beta_0 + \beta_1 \logPerceivedStake_{\tau} \quad (45)$$

Ensuite, testons deux autres modèles linéaires sur la base des deux précédents, cette-fois en introduisant la caractéristique individuelle  $userRiskAversionIndex$  et la variable contextuelle  $isLateStart$ , qui peut causer l'empressement du joueur. Ces deux modèles seront (46) et (47).

Voici les résultats des régressions par les moindres carrés ordinaires :

<i>logTimeSpent</i> = ...	Modèle 44	Modèle 45	Modèle 46	Modèle 47
[const]	4,28 *** (0,058)	4,09 *** (0,082)	4,37 *** (0,091)	4,16 *** (0,108)
logStake	0,02 *** (0,008)		0,02 *** (0,009)	
logPerceivedStake		0,04 *** (0,01)		0,04 *** (0,01)
userRiskAversionIndex			- 0,12 (0,103)	- 0,13 (0,102)

<b>isLateStart</b>			- 0,02 (0,076)	< 0,01 (0,076)
<b>Observations</b>	576	576	576	576
<b>Statistique F</b>	7,37	18,73	2,97	6,8
<b>R carré (ajusté)</b>	0,01	0,03	0,01	0,03

**Tableau 1** : Modèles linéaires simples régressant *logTimeSpent* sur *logStake*, *logPerceivedStake*, *userRiskAversionIndex* et *isLateStart*

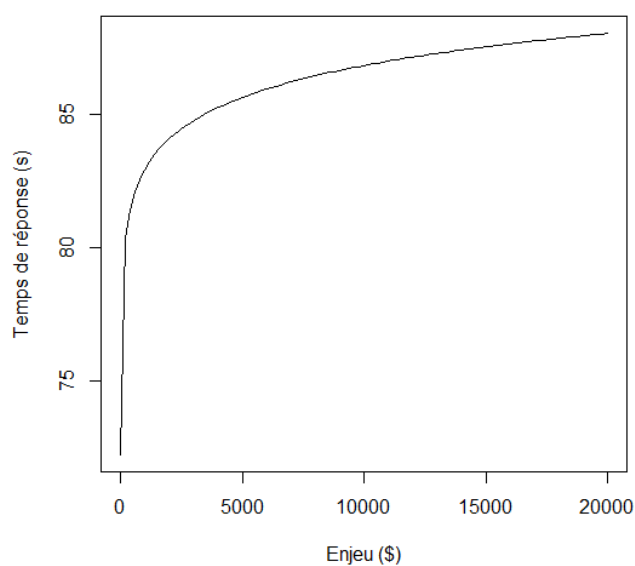
Dans ce tableau, comme pour tous les suivants, la marque \*\*\* à côté d'un coefficient représente une significativité à un alpha de 1%, \*\* à un alpha de 5% et \* à 10%. Le nombre entre parenthèses sous les coefficients représente l'erreur standard.

Dans les deux premiers modèles, on peut observer que, tel qu'attendu, le temps consacré à répondre à une question est corrélé positivement avec la taille de l'enjeu. Vu la forme de notre modèle, les implications des résultats en (44), par exemple, seraient :

$$\log TimeSpent = 4,28 + 0,02 \log Stake$$

$$timeSpent = 72.24 * e^{0,02 * \ln(stake)}$$

Afin de faciliter la compréhension, traçons un graphique de la fonction:



**Figure 5** : Illustration de la relation trouvée entre *timeSpent* et *stake* dans le modèle (44)

Ce qui nous donne une relation positive mais marginalement décroissante (concave) entre la taille de l'enjeu (en dollars) et le temps de réponse (en secondes).

Pour les modèles (46) et (47), les résultats ne nous permettent pas d'établir de lien entre le temps utilisé pour répondre à une question d'une part et un retard cumulé ou une caractéristique individuelle comme l'aversion au risque d'autre part. Ceci est surprenant et contre-intuitif; en effet, on s'attendrait, dans une perspective de *satisficing*, à ce qu'un joueur ayant une plus faible tolérance au risque veuille prendre plus de temps pour optimiser sa décision, et à ce qu'un joueur ayant accumulé du retard, au contraire, accepte de « couper les coins ronds » afin d'avoir suffisamment de temps pour compléter l'ensemble du quiz. On pourrait, par exemple, considérer qu'il existe un seuil, soit en terme de temps, soit en terme d'avancement, où le premier effet (*userRiskAversionIndex*) s'estompe et laisse place au second (*isLateStart*).

Pour en avoir le cœur net, on peut alors imaginer un test où l'on utilise l'indice (entre 1 et 12) de la question  $t$  comme seuil; ce choix s'explique par le fait que l'on observe (voir figure 4) une rupture en terme de temps de réponse moyen pour l'ensemble des joueurs entre la première moitié du questionnaire et la seconde; cette rupture structurelle est confirmée par le test de Chow, par lequel on obtient une statistique  $F$  de 7,731, lequel est associé à une valeur  $p$  de 0,0004, qui est significative au seuil de 5%. Cette rupture est-elle due à la nature des questions ou à un empressement en seconde moitié de jeu pour finir à temps ?

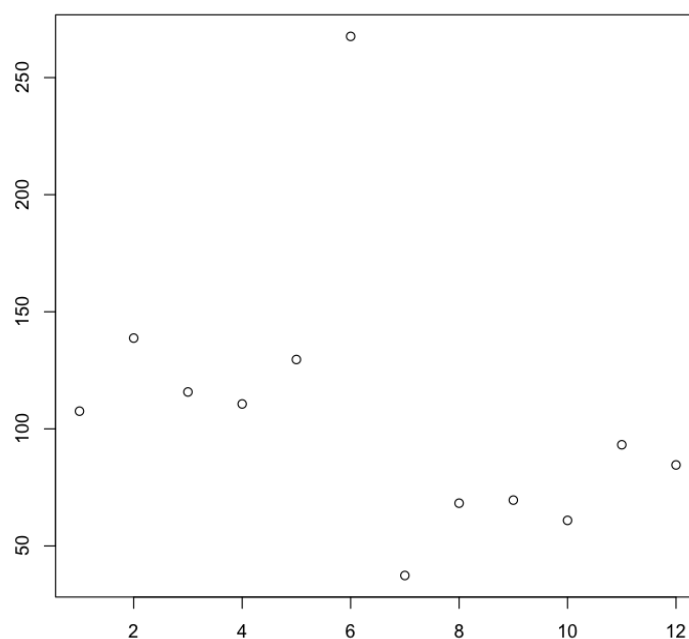


Figure 6: Temps de réponse moyen (en secondes) par question

Commençons par tester en utilisant la sixième question (sur 12) comme seuil. Pour ce faire, nous créerons deux ensembles de données distincts, l'un où  $t \leq 6$  et l'un où  $t > 6$ , sur lesquels nous testerons séparément l'effet des deux variables dans le cadre où nous suspectons qu'elles peuvent être pertinentes.

Nous obtenons alors les résultats suivants:

<i>logTimeSpent</i> = ...	Modèle 48	Modèle 49	Modèle 50	Modèle 51	Modèle 52	Modèle 53
[const]	4,78 *** (0,0112)	5,21 *** (0,159)	3,55 *** (0,092)	3,65 *** (0,083)	4,27*** (0,058)	4,07*** (0,082)
logStake	0,005 (0,009)		0,1 *** (0,017)		0,02** (0,008)	
logPerceivedStake		-0,05 *** (0,016)		0,07 *** (0,01)		0,04*** (0,01)
userRiskAversionIndex	-0,005 (0,140)	-0,01 (0,137)				
isLateStart			-0,19 ** (0,077)	-0,23 *** (0,077)		
adviceUsed					0,6 *** (0,15)	0,61*** (0,15)
Observations	288	288	288	288	576	576
Statistique F	0,11	6,13	35,18	32,41	11,35	17,65
R carré (ajusté)	-0,006	0,03	0,19	0,18	0,03	0,05

**Tableau 2** : Modèles linéaires simples régressant *logTimeSpent* sur *logStake*, *logPerceivedStake* et *userRiskAversionIndex* sur les 6 premières questions, et sur *logStake*, *logPerceivedStake* et *isLateStart* sur les 6 dernières.

Nous remarquons ici deux choses, dans les modèles **48** et **49** : l'aversion au risque n'a toujours pas l'effet auquel on s'attendrait, même en restreignant les données aux premières 6 questions. Ensuite, en deuxième moitié de jeu (modèles **50** et **51**), le retard cumulé a bel et bien un effet négatif sur le temps de réponse. Il faut toutefois faire attention avec cette méthodologie: en effet, ces changements peuvent être dus à des différences entre la nature des questions posées en première moitié et celles en seconde. À ce stade-ci, nous nous contenterons de conclure que la variable *userRiskAversionIndex* n'a probablement pas d'effet sur le temps de réponse, et que *isLateStart* en a peut-être un.

Avant d'en venir à des modèles basés sur des probabilités de seuil, testons un dernier modèle linéaire dans lequel nous introduirons l'utilisation du conseil d'expert *adviceUsed* comme

variable indépendante. Ceci est pour pallier au fait que, étrangement, nos modèles élaborés en 4.2 font abstraction d'un effet possible de l'utilisation du conseil d'expert sur le temps de réponse, alors qu'on peut très bien concevoir deux relations possibles entre ces variables:

1. La question a un plus gros enjeu et/ou est plus difficile, pour cette raison, le joueur passe plus de temps et décide d'utiliser le conseil d'expert (relation positive entre *logTimeSpent* et *adviceUsed*);
2. Le joueur souhaite être expéditif et utilise le conseil d'expert pour passer rapidement à la prochaine question ou terminer le plus vite possible;

Les résultats se trouvent dans les deux dernières colonnes (modèles 52 et 53) du tableau 2 ci-haut. On note, effectivement, un effet positif et significatif de l'utilisation du conseil d'expert sur le temps de réponse. Notons simplement ceci pour le moment, et nous explorerons la variable *adviceUsed* plus en détail dans la section 4.6.2.

Revenons ensuite à notre modèle général. Afin d'intégrer dans nos modèles les possibles changements dans les comportements à mesure que le temps avance, nous diviserons nos variables *logStake*, *logPerceivedStake* et *isLateStart* en deux afin de représenter de possibles différences entre la première et la seconde moitié du jeu; ces nouvelles variables se verront toutes ajoutées les suffixes *FirstHalf* et *SecondHalf* pour les valeurs représentant les variables sur la première et la seconde moitié de jeu, respectivement.

Testons donc différents modèles par les moindres carrés ordinaires.

<i>logTimeSpent</i> = ...	Modèle 56 (MCO)	Modèle 57 (MCO)	Modèle 58 (MCO)	Modèle 59 (MCO)	Modèle 60 (MCO)	Modèle 61 (MCO)
[const]	4,34 *** (0,057)	4,31 *** (0,062)	4,3 *** (0,061)	4,07 *** (0,079)	4,04 *** (0,083)	4,02 *** (0,082)
logStakeFirstHalf	0,04 *** (0,009)	0,05 *** (0,009)	0,04 *** (0,009)			
logStakeSecondHalf	-0,02 (0,01)	-0,01 (0,01)	-0,01 (0,011)			
logPerceivedStakeFirstHalf				0,07 *** (0,01)	0,07 *** (0,01)	0,07 *** (0,01)
logPerceivedStakeSecondHalf				0,02 (0,01)	0,03 ** (0,01)	0,03 ** (0,01)
isLateStartFirstHalf		0,15 * (0,091)	0,15 * (0,091)		0,19 ** (0,09)	0,19 ** (0,089)
isLateStartSecondHalf		-0,34*** (0,115)	-0,31*** (0,113)		-0,31*** (0,113)	-0,29 ** (0,112)



<b>adviceUsed</b>			0,55 *** (0,146)			0,57 *** (0,144)
<b>Observations</b>	576	576	576	576	576	576
<b>Statistique F</b>	31,04	18,75	18,25	36,61	21,74	20,97
<b>R carré (ajusté)</b>	0,09	0,11	0,13	0,11	0,13	0,15

**Tableau 3** Résultats de régressions linéaires où les variables *logStake*, *logPerceivedStake* et *isLateStart* sont séparées sur les deux moitiés du questionnaire.

Dans tous les cas, nous observons essentiellement les choses suivantes :

1. Une relation positive et significative entre le temps de réponse et l'enjeu de la question en première moitié de jeu, suivie d'une relation non-significative ou positive significative mais au coefficient inférieur en seconde moitié;
2. Une relation non-significative ou significative et positive entre le temps de réponse et le retard sur la première moitié du jeu, suivie d'une relation toujours significative et négative en seconde moitié;

Essentiellement, cela est cohérent avec notre première hypothèse de départ : les joueurs allouent leur temps de façon optimale lorsqu'ils en disposent, mais se dépêchent à prendre une décision, avec moins d'égard, lorsque le temps leur manque. On peut donc conclure qu'il semble exister une tendance forte, chez les joueurs, à prendre une décision plus rapidement lorsque l'échéance se rapproche.

Venons en ensuite à nos modèles inspirés de l'équation (41), à savoir les modèles probabilistes dont la variable dépendante est le fait que le joueur consacre un temps supérieur à un certain seuil.

Pour procéder, nous testerons plusieurs seuils. Pour ce faire, nous prendrons l'intervalle des deux quartiles centraux des valeurs possibles de *logTimeSpent* (pour éviter d'utiliser les extrema de la distribution comme seuil), subdiviserons cet intervalle en 100 seuils possibles par incréments, et testerons chacun des modèles avec chacun de ces seuils<sup>4</sup>. Pour chaque modèle, nous retenons le seuil qui maximise le critère d'information d'Akaike (AIC) et nous rapportons les résultats du modèle logistique avec ce seuil dans le tableau 4 ci-bas. .

<sup>4</sup> Pour plus de détails sur la procédure, voir le code source de la fonction *thresholdsGLM* dans le fichier <https://github.com/cedriclab/Memoire/blob/master/server/analysis/setup.Rd>

$P(\logTimeSpent > seuil) = \dots$	Modèle 56 (logit)	Modèle 57 (logit)	Modèle 58 (logit)	Modèle 59 (logit)	Modèle 60 (logit)	Modèle 61 (logit)
Seuil	4,3	4,3	4,3	4,34	4,34	4,34
[const]	0,004 (0,167)	0,005 (0,185)	-0,01 (0,186)	-0,76*** (0,243)	-0,76*** (0,261)	-0,79*** (0,262)
logStakeFirstHalf	0,12 *** (0,028)	0,12 *** (0,028)	0,12 *** (0,028)			
logStakeSecondHalf	-0,03 (0,03)	-0,01 (0,032)	-0,01 (0,033)			
logPerceivedStakeFirstHalf				0,18*** (0,033)	0,17*** (0,034)	0,17*** (0,034)
logPerceivedStakeSecondHalf				0,04 (0,032)	0,07 * (0,034)	0,06 * (0,034)
isLateStartFirstHalf		0,11 (0,286)	0,011 (0,288)		0,26 (0,286)	0,26 (0,287)
isLateStartSecondHalf		-1,38*** (0,415)	-1,34*** (0,416)		-1,5*** (0,46)	-1,46*** (0,463)
adviceUsed			0,88 * (0,528)			1,06 ** (0,525)
Observations	576	576	576	576	576	576
AIC	755,81	746,28	745,16	753	742,2	739,54

**Tableau 4** Résultats de régressions logistiques sur la probabilité que *logTimeSpent* soit supérieure à un seuil donné, où les variables *logStake*, *logPerceivedStake* et *isLateStart* sont séparées sur les deux moitiés du questionnaire.

Dans ce tableau, on retrouve essentiellement les mêmes résultats que dans le précédent : les joueurs allouent leur temps avec soin en première partie de jeu, puis se hâtent en seconde partie. Encore une fois, cela tend à confirmer notre hypothèse de départ.

#### 4.6.1.2 Par joueur

En plus des analyses portant sur les données portant sur l'ensemble des joueurs, nous aimerions pouvoir faire des analyses individuelles sur les joueurs afin d'établir des modèles et des coefficients personnalisés pour chacun.

Pour ce qui est de notre hypothèse centrale (lien entre l'enjeu et l'effort), nous avons une variable dépendante issue du comportement de chaque joueur pour chaque question (pas de répétition) et une variable indépendante qui est une caractéristique propre à la question (donc avec répétition). Pour ce faire, nous aimerions donc tester les modèles sur un ensemble de

données réduit aux 12 questions de chaque joueur; autrement dit, pour K joueurs, nous testerons K fois les modèles sur un ensemble de  $n=12$  entrées, afin d'établir des coefficients personnalisés pour chaque joueur.

Toutefois, avec  $n = 12$ , il ne nous est pas possible de procéder aux régressions sans enfreindre les hypothèses liées à la loi des grands nombres qui sous-tendent ces outils. À défaut de données suffisantes, nous ne pouvons donc pas procéder à cette analyses. Nous en discuterons un peu plus dans la section 5.

#### 4.6.2 Utilisation du conseil d'expert

On pourrait nous reprocher, en 4.6.1.1, l'introduction de la variable *adviceUsed* malgré de possibles interactions entre elle et *logStake*, *logPerceivedStake* et *isLateStart* – en effet, on peut très bien concevoir que la décision d'avoir recours au conseil d'expert n'est pas indépendante du temps déjà consacré à une question ou du retard cumulé. Nous mentionnions d'ailleurs deux possibles raisons pour ce faire :

1. Souci d'exactitude : la question a un plus gros enjeu et/ou est plus difficile, pour cette raison, le joueur passe plus de temps et décide d'utiliser le conseil d'expert (relation positive entre *logTimeSpent* et *adviceUsed*);
2. Souci d'expédience : le joueur souhaite être expéditif et utilise le conseil d'expert pour passer rapidement à la prochaine question ou terminer le plus vite possible;

Pour vérifier si les joueurs utilisent les conseils d'expert pour l'une ou l'autre ces deux raisons, testons si le temps de réponse et le retard cumulé ont un impact sur la probabilité d'utilisation du conseil par un modèle de la famille *logit*, dont les résultats se trouvent dans les modèles 54 et 55 du tableau 5 ici-bas :

$P(adviceUsed=1) = \dots$	Modèle 54	Modèle 55	Modèle 56	Modèle 57	Modèle 58	Modèle 59	Modèle 60	Modèle 61	Modèle 62	Modèle 63
[const]	3,66 *** (0,54)	3,27 *** (0,65)	-8,9 *** (1,59)	-9 *** (1,59)	-3,4 *** (0,28)	-3,6 *** (0,31)	-3,6 *** (0,31)	-3,6 *** (0,32)	-3,8 *** (0,34)	-3,8 *** (0,34)
logStake	0,1 (0,07)									
logPerceivedStake		0,01 (0,08)								
adviceCostRatio			-0,001 <0,01		- 0,0004 (0,003)	- 0,0004 (0,003)	0,0002 (0,003)			
adviceCostPerceivedRatio				0,01 (0,01)				0,01 (0,01)	0,01 (0,01)	0,01 (0,01)

<b>isLateStart</b>	0,32 (0,64)	0,41 (0,63)								
<b>logTimeSpent</b>			1,21 *** (0,32)	1,19 *** (0,32)						
<b>isLateEndFirstHalf</b>					0,98 ** (0,47)	0,57 (0,53)	0,7 (0,53)	1,05 (0,47)	0,75 (0,54)	0,75 (0,54)
<b>isLateEndSecondHalf</b>					-15,17 (1305)	-15,04 (1303)	-15,06 (1303)	-15,12 (1303)	-15,02 (1302)	-15,02 (1302)
<b>articlesRead</b>						0,38 ** (0,19)	0,42 ** (0,19)		0,38 ** (0,19)	0,43 ** (0,19)
<b>usedRawData</b>							-1,33 (1,08)			-1,33 (1,07)
<b>Observations</b>	576	576	576	576	576	576	576	576	576	576
<b>AIC</b>	191	192,3	177,2	176,5	189,1	187,6	186,8	187,4	185,9	185,8

**Tableau 5** : Effets de différentes variables sur la probabilité que *adviceUsed* ait la valeur de 1, dans un modèle logit.

À partir des résultats, on peut voir que l'hypothèse d'utilisation du conseil d'expert tant par souci d'exactitude (que l'enjeu augmente la probabilité que *adviceUsed* ait une valeur de 1) ou d'expédience (que *isLateStart* augmente la probabilité que *adviceUsed* ait une valeur de 1) ne semblent pas être appuyées par les données.

Cela étant établi, rappelons nous qu'à partir de l'équation (33), nous avons établi que la décision d'utiliser le conseil d'expert se basait sur le temps de réponse et sur le ratio du prix du conseil sur le potentiel de gain (l'enjeu de la question).

Dès lors, nous générerons les variables *adviceCostRatio* et *adviceCostPerceivedRatio* qui seront le quotient du prix de l'expert sur les variables *logStake* et *logPerceivedStake*, respectivement.

Comme précédemment, nous testerons plusieurs modèles par régression logistique pour établir comment les variables influencent la probabilité qu'un joueur utilise le conseil d'expert pour une question donnée.

Les modèles 56 et 57 du tableau 5 montrent que la corrélation avec *logTimeSpent* persiste (comme montrée précédemment), alors que celle avec *adviceCostPerceivedRatio* n'est jamais significative au seuil de 5%.

Essayons maintenant une autre mesure pour le temps. Reprenons d’abord notre postulat formulé plus haut que le joueur puisse utiliser le conseil d’expert pour accélérer sa réponse, possiblement parce qu’il est en retard. Reprenons aussi la dichotomie que nous avons observée entre le comportement des joueurs entre la première et la seconde moitié du jeu. On peut alors postuler qu’il est possible que les joueurs, voyant le temps filer en seconde moitié de jeu, se mette à utiliser davantage le conseil d’expert pour pallier au manque de temps. Utilisons donc la variable *isLateEnd*, qui encapsule *isLateStart* et le temps utilisé pour la présente question, et coupons-la en deux afin qu’elle devienne *isLateEndFirstHalf* et *isLateEndSecondHalf*. Remplaçons ensuite *logTimeSpent* des précédents modèles par ces deux nouvelles variables.

Dans ces modèles, nous avons aussi inclus le nombre d’articles lus (*articlesRead*) ainsi que l’utilisation des données brutes (*usedRawData*); en effet, on peut concevoir qu’un joueur choisisse de faire appel au conseil d’expert après avoir fait le tour des ressources gratuites à sa disposition. Nous n’avons pas pu inclure ces variables dans les modèles **56** et **57** puisqu’elles sont corrélées significativement avec la variable *logTimeSpent*.

On peut voir, avec les modèles **58** à **63** du tableau 5, que notre hypothèse voulant qu’un joueur utilise les conseils d’expert en seconde moitié pour pallier à son retard cumulé est tout sauf prouvée; en effet, sur les différents modèles, ce n’est qu’en première moitié de jeu que le retard cumulé influence significativement la probabilité qu’un joueur utilise le conseil d’expert.

Notons aussi que, dans plusieurs modèles, seule la variable *articlesRead* est significative. En effet, on observe dans certains cas que le nombre d’articles lus précédemment augmente la probabilité d’utiliser le conseil, ce qui semble tendre à confirmer l’hypothèse de l’exaspération comme moteur de motivation à utiliser le conseil.

#### **4.6.3 Utilisation d’une source d’information**

Venons-en maintenant au dernier point de cette analyse, à savoir ce qui influence le choix des données utilisées et les facteurs qui font qu’une source d’information en particulier sera utilisée, d’une part, et si ce qu’elle tend à suggérer sera suivi, d’autre part.

Pour étudier le comportement des joueurs face aux ressources, nous disposons de 362 utilisations de ressources. Comme mentionné au début de la section 4, ces ressources ont été utilisées par 46 des 48 joueurs et sur l’ensemble des 12 questions.

Comment, donc, tester notre hypothèse? Essentiellement, nous voulons savoir si les joueurs seront plus enclins à consulter, d’une part, et à suivre, d’autre part, des ressources qui leur sont

familiales. En fin de quiz, nous avons demandé aux joueurs de sélectionner les sources d'information qu'ils consultent. Si la ressource consultée provient d'une source connue du joueur, on dira alors qu'elle est familière. Nous avons également compté d'emblée comme familiers les liens provenant de sources gouvernementales<sup>5</sup>. De plus, si un joueur a consulté un lien provenant d'une source donnée, cette source devient considérée comme familière pour ce joueur aux questions ultérieures.

Pour tester si le fait d'être familière augmente la probabilité qu'une ressource soit utilisée, nous construisons une matrice de toutes les combinaisons possibles d'utilisation de ressources, à savoir : toutes les ressources disponibles à toutes les questions pour tous les joueurs. Nous obtenons 4293 combinaisons possibles. Nous notons ensuite simplement si une ressource est familière pour le joueur, et si elle a été utilisée dans le cadre du jeu. Ensuite, nous testons si le fait d'être familière augmente la probabilité d'être utilisée.

$P(used=1) = \dots$	Modèle 64
[const]	-3,07 *** (0,07)
isTrusted	20,63 (419,35)
Observations	4293
AIC	1533,7

**Tableau 6** : Effet de la familiarité d'une source sur la probabilité qu'elle soit utilisée

Ce test ne nous permet donc pas de confirmer que la familiarité d'une source augmentera sa probabilité d'être utilisée. Toutefois, au-delà du simple clic d'utilisation, nous avons aussi le temps de consultation de chaque source; nous pouvons donc tester s'il existe un lien entre le temps de consultation et la familiarité. Commençons par tester par les moindres carrés ordinaires, dont les résultats sont dans les modèles **65** et **66** du tableau 7 :

<sup>5</sup> Nous avons fait ce choix parce que nous estimons que, puisque tous les joueurs (qu'ils soient canadiens ou non), habitent présentement au Canada pour leurs études, les liens provenant du Gouvernement du Canada ou du Gouvernement du Québec seront familiers. On pourrait cependant, à juste titre, émettre la critique que des personnes adeptes des théories du complot ou simplement cyniques à l'égard du gouvernement ne traiteront pas d'emblée ces sources comme fiables. Cela étant, nous avons tout de même décidé de les considérer ainsi.

<i>logTimeSpentResource</i> = ...	Modèle 65	Modèle 66	<i>P(heededAdvice=1)</i> = ...	Modèle 67	Modèle 68
<b>[const]</b>	3,9 *** (0,05)	3,89 *** (0,05)		-0,5 (0,28)	-0,5 (0,28)
<b>isTrusted</b>	-0,003 (0,09)			1,12 ** (0,55)	
<b>linkFamiliar</b>		-0,04 (0,13)			1,19 (0,76)
<b>governmentSource</b>		0,12 (0,12)			1,06 (0,69)
<b>Observations</b>	362	362		362	362
<b>Statistique F</b>	0,0007	0,45			
<b>R carré (ajusté)</b>	-0,003	-0,003			
<b>AIC</b>				100,15	102,13

**Tableau 7** : Effet de la familiarité et de ses deux composantes sur le temps de consultation d'une ressource et sur la probabilité que son conseil soit suivi.

On n'observe simplement aucune corrélation.

Ensuite, tournons-nous vers la probabilité que la suggestion d'une source corresponde à la réponse du joueur. Nous utiliserons donc ici notre échantillon de 362 consultations de ressources, et testerons quelques modèles. Notons toutefois que ce ne sont pas toutes les ressources qui suggèrent clairement une réponse.

Comme nous pouvons le constater avec les modèles **67** et **68** du tableau 7, la familiarité dans son ensemble semble avoir un effet significatif sur la probabilité que la suggestion d'une source soit suivie, mais pas les parties composantes de la familiarité.

Rappelons nous notre seconde sous-hypothèse de départ :

*Lorsque soumis à de courtes échéances décisionnelles, les agents préféreront se fier à de l'information traitée et familière mais potentiellement fausse, ainsi qu'à leur instinct, plutôt que consacrer du temps et/ou de l'argent à s'assurer de prendre des décisions parfaitement informées.*

Qu'est-ce que ces résultats nous disent à cet effet? Essentiellement, que les tests effectués ici ne nous permettent donc pas d'affirmer de manière conclusive la validité de cette sous-hypothèse.

#### 4.6.4 Impact des variables d'intérêt sur la performance

Un dernier élément manquant à notre analyse – et pourtant crucial – est de savoir comment les variables de choix du problème influencent la performance des joueurs. Nous avons déjà tenté, en 4.6.1.2, de savoir si les joueurs dont le comportement suit notre modèle d'optimum affichent une meilleure performance globale; or, nous n'avions pas suffisamment de données pour procéder à cette analyse. Nous ne pouvons pas non plus analyser si la somme du temps utilisé pour toutes les questions est corrélé avec la performance des joueurs, puisque tous les joueurs ont disposé du même temps total et, comme nous l'avons montré, leur comportement en seconde moitié de jeu consiste essentiellement à tenter de terminer le jeu à l'intérieur du temps alloué.

La dernière option qu'il nous reste pour procéder à cette analyse est de vérifier si, sur la première moitié du jeu, les joueurs qui utilisent plus de temps pour répondre augmentent leur probabilité de répondre la meilleure réponse possible à cette question. Nous testons également les autres variables d'intérêt – *adviceUsed*, *articlesRead* – dans le modèle, et vérifierons si la prémisse de base de notre recherche – que les joueurs mobilisent ces ressources afin d'améliorer leurs chances de performer – est fondée. Nous devons toutefois faire attention à la corrélation entre les variables relevées plus haut; nous les testons donc toutes individuellement.

Testons donc quelques modèles.

$P(\text{rightAnswer} = 1) = \dots$	Modèle 69 (logit, sur $t < 7$ seulement)	Modèle 70 (logit)	Modèle 71 (logit)	Modèle 72 (logit)
[const]	-4,23 *** (1,18)	-0,6 *** (0,09)	-0,46 *** (0,09)	-0,51 *** (0,09)
logTimeSpent	0,56 ** (0,24)			
adviceUsed		1,82 *** (0,52)		
articlesRead			-0,17 * (0,1)	
trustedArticlesRead				-0,36 (0,24)



<b>dubiousArticlesRead</b>				0,36 (0,36)
<b>Observations</b>	288	576	576	576
<b>AIC</b>	270,2	747,5	760	761,96

**Tableau 8** : Effet du temps de réponse, de l'utilisation du conseil d'expert, du nombre d'articles lus, du nombre d'articles de confiance et du nombre d'articles peu fiables sur la probabilité d'avoir la meilleure réponse à une question.

On observe d'abord, dans les résultats du modèle **69**, qu'un temps de réponse plus long augmente la probabilité de choisir la meilleure réponse, à tout le moins sur la première moitié du jeu.

On observe aussi, avec le modèle **70**, que l'utilisation du conseil d'expert est corrélée positivement avec le choix de la meilleure réponse.

Avec le modèle **71**, on observe une absence de lien entre le nombre d'articles lus par un joueur à une question et la probabilité qu'il fasse le meilleur choix possible. Or, comme dans l'ensemble d'Internet, les articles proposés varient en qualité; dès lors, il est possible qu'un impact négatif de mauvaises sources d'information cause un bruit annulant l'effet positif de sources d'information fiable. Heureusement, nous pouvons identifier les sources d'information comme fiables ou douteuses, et subdiviser les données comme tel, et de vérifier si l'un ou l'autre des classes d'articles a un impact sur la probabilité que la meilleure réponse soit choisie. Or, on n'obtient pas de résultat significatif avec le modèle **72**.

#### 4.7 Résumé des résultats

Nous avons voulu, par cette analyse, répondre à deux questions de recherche, pour lesquelles nous avons deux hypothèses de départ, et pour lesquelles nous trouvons des résultats.

<b>Question</b>	<b>Hypothèse de départ</b>	<b>Hypothèse (courte)</b>	<b>Résultat</b>
Dans un environnement où le temps est limité mais l'information abondante, à quels problèmes les agents choisiront-ils d'allouer le plus de ressources temporelles, cognitives et financières afin d'optimiser leurs décisions?	Lorsque soumis à de courtes échéances décisionnelles, les agents préféreront ne consacrer du temps et/ou de l'argent à s'assurer de prendre des décisions parfaitement informées que pour les décisions dont l'enjeu est le plus élevé.	Aux problèmes dont l'enjeu est le plus élevé.	En effet, aux problèmes dont l'enjeu est le plus élevé, mais seulement lorsqu'ils ont suffisamment de temps à allouer.

Lorsqu'ils cherchent de l'information afin d'optimiser leurs décisions, à quels types de sources les agents se fieront-ils le plus pour différents problèmes?	Lorsque soumis à de courtes échéances décisionnelles, les agents préféreront se fier à de l'information traitée et familière mais potentiellement fausse, ainsi qu'à leur instinct, plutôt que consacrer du temps et/ou de l'argent à s'assurer de prendre des décisions parfaitement informées.	De l'information familière.	Nous n'avons pas d'information probante à cet égard.
---	--	-----------------------------	--

Résumons un peu plus en détail.

Nous avons d'abord testé, par des modèles linéaires et des modèles logistiques basés sur la probabilité d'excéder un certain seuil de temps, s'il existait un lien entre l'enjeu d'une question et le temps que le joueur allait consacrer à y répondre. Nous avons pondéré pour diverses variables, notamment le retard cumulé. Nous avons analysé les données pour l'ensemble des réponses fournies par l'ensemble des joueurs.

Pour la première question de recherche, nous avons essentiellement trouvé qu'en première moitié de jeu, la taille de l'enjeu guide effectivement le temps consacré par le joueur, de telle manière que le joueur alloue son temps aux questions présentant le plus grand enjeu (et donc le plus grand potentiel de gain); puis, en seconde moitié, alors que l'échéance se fait sentir, l'effet d'optimisation face au temps s'estompe, alors que les joueurs affichant un retard accélèrent la cadence afin de terminer le jeu à temps. Nous n'avons également pas – à notre surprise – trouvé de lien significatif entre le temps de décision pris par les joueurs et certaines caractéristiques individuelles comme l'aversion au risque; nous nous attendions, en effet, à ce que les joueurs plus averses au risque prennent plus de temps pour prendre leurs décisions, mais les données ne nous permettent pas d'affirmer la présence d'une telle variation de comportement entre les joueurs sur la base de ce critère.

Notons que nous avons utilisé deux mesures, *logStake* et *logPerceivedStake*, pour exprimer la valeur de l'enjeu de chaque question; elles représentent, respectivement, l'enjeu réel et un enjeu « perçu » pour chaque question. L'enjeu perçu introduit certaines corrections pour des questions où les différentes issues sont peu différentes l'une de l'autre, mais où de gros nombres sont impliqués; elle donne également une valeur non-nulle aux questions où l'enjeu est nul. Entre les deux, c'est *logPerceivedStake* qui a, de manière générale, affiché la corrélation la plus forte avec *logTimeSpent*. Il ne faut évidemment pas confondre cette correspondance à nos attentes avec un gage de qualité de la mesure, mais la cohérence des résultats est meilleure

entre les modèles pour cette variable, d'une part, et il est évident que les valeurs nulles dans *logStake* pourraient avoir l'effet d'un bruit.

Ensuite, nous nous sommes attardés à la question des choix d'information, en deux volets : l'utilisation du conseil d'expert et la consultation d'articles suggérés.

Pour ce qui est de l'utilisation du conseil d'expert, nous avons trouvé des corrélations avec le temps de réponse et avec le nombre d'articles lus. Ceci semble illustrer la tendance suivante : pour certaines questions, les joueurs ont utilisé plus de ressources, gratuites ou payantes, pour s'aider; ces ressources impliquent évidemment un temps de consultation qui leur est propre, ce qui fait augmenter le temps de réponse total de la question. Nous avons aussi tenté de voir si l'utilisation du conseil d'expert pouvait être faite à des fins d'expédience – notamment pour pallier à un retard cumulé – mais les données ne nous laissent pas établir un tel lien de manière conclusive.

Ensuite, nous avons cherché à savoir si l'information familière avait plus de chances d'être consultée que de l'information qui ne l'est pas. Nous ne pouvons pas établir ce lien à partir des données que nous avons. Par la suite, nous avons voulu vérifier si les suggestions issues de sources d'information familières avaient plus tendance à être suivies par les joueurs dans leur choix de réponse. Nous ne pouvons pas non plus le conclure de manière significative.

Enfin, afin de valider si les prémisses sous-tendant notre hypothèse de base – que l'effort supplémentaire était consacré aux questions ayant un enjeu plus élevé parce que cet effort augmente la probabilité de bien y répondre – nous avons vérifié sur le temps de réponse, les articles lus et l'appel au conseil d'expert augmentaient les chances de bien répondre. Nous avons trouvé un lien empirique en ce sens tant pour le temps de réponse que pour le conseil d'expert, ce qui nous conforte dans le choix de nos hypothèses de départ.

Somme toute, donc, notre hypothèse de départ s'applique effectivement à notre première question de recherche, mais nous ne pouvons conclure que c'est le cas pour la seconde.

## 5. DISCUSSION

Ce projet de recherche a été entrepris dans l’objectif de vérifier si – et, le cas échéant, de quelles manières et dans quelle mesure – l’optimalité décisionnelle était sacrifiée au nom des contraintes – temporelles, cognitives et affectives – du moment. Nous ne sommes donc pas aveugles quant à l’ironie du fait que nous avons dû, nous aussi, sacrifier l’optimalité de notre projet au vu de certaines contraintes logistiques qu’il présentait.

En effet, nous observons a posteriori que de nombreux points, notamment en méthodologie et dans l’organisation du jeu-questionnaire, pourraient être changés afin d’améliorer l’efficacité de la collecte de données et faciliter leur analyse.

Commençons par quelques éléments où nous aurions voulu plus que ce qu’il nous a été possible de faire ou d’avoir.

Un premier point qui nous est revenu souvent en analyse est que le faible nombre de questions ne nous permettait pas de faire certaines analyses, notamment celles où nous aurions voulu établir des modèles personnalisés pour les joueurs sur la base de leurs comportements. Ce point est probablement celui où la logistique aura le plus été un frein à nos ambitions pour cette recherche. Si nous avions eu entre 30 et 50 questions par joueur, établir des profils personnalisés par joueur ou les caractéristiques des joueurs qui adoptent certains comportements ou certaines stratégies nous aurait été possible. Notons toutefois que cela aurait eu un coût important : la durée du jeu-questionnaire aurait bondi entre 90 minutes et 2 heures, ce qui aurait possiblement entraîné des difficultés de recrutement qui auraient dû être palliées par une bonification correspondante de la rémunération.

De même, nous aurions voulu pouvoir offrir une compensation monétaire plus importante aux joueurs afin de fortifier l’incitatif à la performance. En effet, avec une différence de seulement 20\$ entre la pire et la meilleure performance, l’enjeu de chaque question pour le portefeuille «réel» du participant est de quelques cents pour les questions au plus faible enjeu, et d’à peine cinq dollars pour les plus importantes. Dès lors, une compensation liée à la performance plus importante permettrait peut-être de bonifier l’effet motivateur.

Pour certaines autres choses, toutefois, force est d’admettre que nous avons fait dans le superflus, et que moins de certaines choses nous eût été plus utile. C’est le cas, notamment,

des données brutes : elles ont été très peu utilisées empiriquement, et notre modélisation n'a pas pu les intégrer de quelque manière dans une mesure cohérente et globale de l'effort. Il en va de même pour le temps : si un plus grand nombre de questions implique évidemment un délai de complétion maximal plus long, nous n'aurions pas dû imposer aux participants de rester jusqu'à ce que les 30 minutes aient été écoulées, même s'ils terminent avant. Laisser les joueurs suivre leur comportement naturel et se hâter pour quitter, si c'est là leur souhait, eût été préférable; en effet, les joueurs qui seraient normalement partis plus tôt ont possiblement modifié leur comportement pour utiliser toutes les 30 minutes, ce qui aurait alors induit une distorsion.

Un autre élément qu'il aurait été sage de retirer est la liste complète de suggestions. En effet, les décisions que nous prenons ne le sont pas dans un environnement contrôlé où nous n'avons accès qu'à 5 ou 6 sources d'information. En fait, c'est même là une observation à la base de ce projet de recherche que de constater que quiconque doit prendre une décision aujourd'hui a, à travers son téléphone intelligent, accès à la totalité d'Internet pour se guider. Dès lors, laisser les joueurs « googler » à leur guise nous aurait probablement permis de mieux répliquer les comportements réels dans le cadre de l'expérience. Il y a toutefois une contrainte technique qui nous a empêché de procéder ainsi : puisque la collecte de données s'effectuait via une application web, ils nous est impossible, pour des raisons de sécurité, de tracer et d'enregistrer l'activité faite dans d'autres onglets ou d'autres fenêtres du navigateur que celle où vit le jeu. La liste d'articles suggérés nous semblait donc un compromis acceptable, quoi que bien imparfait.

Enfin, à des fins de suivi, l'interdépendance des enjeux de plusieurs questions nous semble en rétrospective mal avisée. L'objectif initial d'une telle conception était de simuler la complexité des véritables enjeux à propos desquels nous devons prendre des décisions, mais cette complexité s'avère une arme à double tranchant : en effet, mesurer atomiquement l'impact d'une seule question ou d'une seule décision, alors qu'elle a des ramifications sur possiblement 4 ou 5 autres questions ultérieures, devient passablement plus ardu, tant pour les chercheurs que pour les joueurs, qui doivent décider comment allouer leur temps.

Finalement, un problème technique nous a empêché de récolter les caractéristiques individuelles des joueurs. Nous n'avons donc pas pu procéder à quelque analyse sur l'effet des caractéristiques individuelles sur les comportements.

Pour des recherches ultérieures, nous suggérerions les changements suivants :

1. Augmenter le nombre de questions à 50, et bonifier la rémunération;
2. Obtenir au moins une centaine de participants;
3. Trouver une plateforme qui permet de faire le suivi des recherches sur Google, et éliminer les articles suggérés et les données brutes;
4. Éliminer l'interdépendance entre les effets des questions;
5. Ne pas imposer de rester dans la salle après la complétion du jeu;
6. Mieux tester l'application pour s'assurer de l'enregistrement des caractéristiques individuelles;

Avec de tels changements, nous croyons qu'il serait possible de se concentrer sur les questions de recherche sans bruit, d'avoir suffisamment de données pour procéder à toutes les analyses pertinentes et d'avoir les résultats robustes. Hormis pour les point 3 et 6, cette liste de suggestion demande peu de changements quant à la plateforme de questionnaire utilisée, et pourrait donc être mise en œuvre assez rapidement pour une équipe de chercheurs souhaitant pousser l'analyse plus loin.

## CONCLUSION

Dans cette recherche, nous nous sommes intéressés aux possibles divergences entre la rationalité et l'optimalité dans le cadre de la prise de décisions économiques au quotidien, au sens où, la formulation de décisions ayant un coût, il peut être rationnel pour un agent de se contenter d'une décision potentiellement sous-optimale.

Nous avons fait une revue de littérature, couvrant les grands noms derrière l'économie comportementale (Simon, Thaler, Kahneman et Tversky), ainsi que des auteurs plus récents comme Sonnenwald, Einhorn et Horgarth, Garbarino et Edell, ou encore Del Vicario et al. Nous avons trouvé une littérature abondante pour supporter notre intérêt sur le sujet et guider notre approche. C'est toutefois particulièrement le concept de «*satisficing*» de Simon (1955) qui a le plus informé notre réflexion; essentiellement, cela stipule que les agents, disposant de ressources cognitives limitées pour leur prise de décision, se contenteront de décisions qui leur assureront un certain niveau d'utilité, même si mieux serait possible.

Méthodologiquement, nous avons étudié le comportement de joueurs dans le cadre d'un jeu qui tente de répliquer le genre de décisions prises au quotidien. Nous avons élaboré un jeu-questionnaire interactif comportant 12 questions et avons retenu la participation, contre une rémunération liée aux décisions prises dans le jeu, de 48 étudiants de premier cycle à l'École de Gestion de l'Université de Sherbrooke.

Nous avons tenté de voir si leur allocation de temps afin de prendre des décisions était fonction de l'enjeu de ces décisions. À cette question, nous avons trouvé que, somme toute, oui, mais seulement lorsque les joueurs en ont encore le temps – c'est-à-dire, en première moitié de jeu. Lorsque la fin du temps alloué approche, les joueurs semblent se hâter et la relation disparaît.

Nous avons également tenté de savoir si et dans quelles conditions les joueurs sont prêts à payer pour obtenir de l'expertise; nous avons trouvé qu'ils le font généralement après une longue recherche. Enfin, nous avons voulu vérifier s'ils affichaient une préférence pour les sources d'information dont la provenance leur est familière (et dont ils n'ont pas à évaluer la fiabilité) pour s'aider dans leur prise de décision. Nous n'avons pas pu prouver cette hypothèse.

Somme toute, nous estimons donc que les résultats correspondent partiellement avec nos hypothèses de départ, mais que le manque de données et des lacunes méthodologiques dans la

conception de notre expérience nous empêchent de trancher de manière plus conclusive quant à l'utilisation d'information. Plus particulièrement, nous n'avons pas pu, à cause de problèmes techniques, évaluer l'impact de certaines caractéristiques personnelles sur le comportement, ni établir des modèles personnalisés pour les joueurs, vu le faible nombre de questions. C'est, à notre sens, là que se trouve tant la principale lacune que la plus grande opportunité pour d'autres analyses intéressantes : dans la construction de modèles comportementaux prédictifs individualisés. Nous laisserons donc à de prochains chercheurs, munis de davantage de données et de méthodologies alternatives (notamment celles issues de l'intelligence artificielle), le soin de s'attaquer à cette tâche.



## BIBLIOGRAPHIE

S. Aikin. 2009. «Poe's Law, group polarization, and argumentative failure in religious and political discourse». *Group Polarization and the Epistemology of Online Religious Discourse*. En ligne : <https://philpapers.org/archive/AIKPLG> (page consultée le 13 décembre 2016).

S. Basuroy et A. Ravid. 2014. «How Relevant Are Experts In The Internet Age? Evidence from the Motion Pictures Industry». *Working Paper, University of Oklahoma*. En ligne : [https://www.law.northwestern.edu/research-faculty/searlecenter/events/internet/documents/Ravid\\_Basuroy\\_wom%20313.pdf](https://www.law.northwestern.edu/research-faculty/searlecenter/events/internet/documents/Ravid_Basuroy_wom%20313.pdf) (page consultée le 12 décembre 2016)

S.W. Bench et H.C. Lench. 2013. «On the Function of Boredom». *Behavioral Sciences*. Vol.3, No.3, pp.459-472.

H. Bisgin et al. 2011. «A study of homophilia on social media». *World Wide Web*. Vol.15. pp.213-232.

R. Bromme et E. Thomm. 2016. «Knowing Who Knows: Laypersons' Capabilities to Judge Experts' Pertinence for Science Topics». *Cognitive Science*. Vol.40, No.1. pp.241-252.

J.R. Brown et A. Goolsbee. 2002. «Does the Internet make Markets more Competitive? Evidence from the Life Insurance Industry». *Journal of Political Economy*. Vol.110. No.3. pp.481-507

R. Butler et al. 1991. «Strategic investment decision-making: complexities, politics and processes.» *Journal of Management Studies*. Vol.28, No.4. pp.395-415.

E. Colleoni et al. 2014. «Echo Chamber or Public Sphere? Predicting Political Orientation and Measuring Political Homophily in Twitter Using Big Data». *Journal of Communication*. Vol.64. pp.317-332.

E.L. Deci, R.M. Ryan et R. Koestner. 1999. «A Meta-Analytic Review of Experiments Examining the Effects of Extrinsic Rewards on Intrinsic Motivation». *Psychological Bulletin*. Vol.125. No.6. pp.627-668.

M. Del Vicario et al. 2016. «The Spreading of Misinformation Online». *Proceedings of the National Academy of Science*. Vol. 113. No.3. pp.554-559.

H.J. Einhorn et R.M. Hogarth. (1981) «Behavioral Decision Theory : Processes of Judgement and Choice». *Annual Review of Psychology*. No.32. pp.53-88.

O. Etzioni et al. 2003. «To Buy or Not to Buy: Mining Airfare Data to Minimize Ticket Purchase Price». *Proceedings of the ninth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*. En ligne : <http://usc-isi-i2.github.io/papers/etzioni03-kdd.pdf> (page consultée le 11 décembre 2016)

H. Fehr-Duda et al. 2008. «Rationality on the rise : Why relative stake aversion increases with stake size». *Working Paper, Socioeconomic Institute, University of Zurich*. No.0708.

E. C. Garbarino et J.A. Edell. 1997. «Cognitive Effort, Affect, and Choice». *Journal of Consumer Research*. Vol.24, No.2. pp.147-158.

M. Hertzum. 2014. «Expertise Seeking : a review». *Information Processing and Management*. Vol.50. pp.775-795.

D. Kahneman et A. Tversky. 1973. «Availability: a Heuristic for Judging Frequency and Probability». *Cognitive Psychology*. No.5. pp.207-232.

D. Kahneman et A. Tversky. 1979. «Prospect Theory: an Analysis of Decision under Risk». *Econometrica*. No.47. pp.263-292.

D. Kahneman. 2012. *Thinking, Fast and Slow*. Random House.

D.J. Levitin. 2014. *The Organized Mind: Thinking Straight in the Age of Information Overload*. Dutton.

G. Loewenstein. 1999. «Experimental Economics from the Vantage-Point of Behavioural Economics». Royal Economic Society.

G. Loomes et R. Sudgen. 1982. «Regret Theory: An Alternative Theory of Rational Choice Under Uncertainty». *The Economic Journal*. Vol.92. No.368. (pp.805-824)

D. McFadden. 1980. «Econometric Models for Probabilistic Choice among Products». *The Journal of Business*. Vol.53, No.3, partie 2.

M. Metzger. 2007. «Making Sense of Credibility on the Web: Models for Evaluating Online Information and Recommendations for Future Research». *Journal for the American Society of Information Science and Technology*. Vol.58, No.13. pp.2078-2091.

R. Savolainen. 2008. «Source preferences in the context of seeking problem-specific information». *Information Processing and Management*. Vol.44. pp.274-293.

R. J. Schiller. 2001. «Bubbles, Human Judgment, and Expect Opinion». *Yale International Center for Finance*. En ligne : <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.201.7220&rep=rep1&type=pdf> (page consultée le 11 décembre 2016)

H. Simon. 1955. «A Behavioral Model of Rational Choice». *Quarterly Journal of Economics*. No.69. pp.99-118.

V.L. Smith et J.M. Walker. 1993. «Monetary Rewards and Decision Cost in Experimental Economics». *Economic Inquiry*. Vol.31. pp.245-261.

D. H. Sonnenwald. 1999. «Evolving perspectives of human information behavior: Contexts, situations, social networks and information horizons». *Exploring the contexts of information behavior: Proceedings of the Second International Conference in Information Needs*. Taylor Graham.

N. Stroud. 2010. «Polarization and Partisan Selective Exposure». *Journal of Communication*. Vol.60. pp.556-576.

R. Sudgen. 1991. «Rational Choice: A Survey of Contributions from Economics and Philosophy». *The Economic Journal*. Vol.101. No.407. pp.751-785.

H. Varian. 2014. «Machine Learning and Econometrics». *Google/Stanford University*. En ligne : <https://web.stanford.edu/class/ee380/Abstracts/140129-slides-Machine-Learning-and-Econometrics.pdf> (page consultée le 11 décembre 2016).

# ANNEXES

## Annexe 1 : QUESTIONNAIRE

### QUESTIONS D'ÉCHAUFFEMENT

1. Votre dernier examen est derrière vous et vos amis vous entraînent de force au Casino. Vous vous approchez d'une première table de jeu, où l'on vous propose le jeu suivant:
  - a. Vous avez 50% de chances de gagner 100\$, et 50% de ne rien gagner;
  - b. Vous gagnez 45\$ assurément.
2. Vous vous dirigez ensuite vers un autre jeu. On vous offre un choix similaire:
  - a. Vous avez 33% de chances de gagner 100\$, 66% de chances d'en gagner 96\$, et 1% de chances de ne rien gagner;
  - b. Vous gagnez 96\$ assurément.
3. Avant que vous ne partiez, le croupier vous relance et modifie encore les termes du jeu:
  - a. Vous avez 33% de chances de gagner 100\$, et 67% de chances de ne rien gagner;
  - b. Vous avez 34% de chances de gagner 96\$, et 66% de chances de ne rien gagner.

### QUESTIONS DE JEU

**Instructions:** les choix que vous faites dans ce jeu sont tous inter-reliés; **vos réponses à chaque question ont un impact tout au long du jeu.** Chaque tour (chaque question) représente un mois de votre vie. Les 12 questions du jeu représentent donc un an de vie.

Vous disposez d'information sous forme d'articles en provenance d'Internet, de feuilles d'un classeur Excel contenant de l'information brute, ainsi que de la possibilité de recourir aux services d'un expert, lequel a raison 75% du temps; toutefois, faire appel à l'expert vous coûtera un prix qui varie de question en question et qui est indiqué entre parenthèses.

Vous pouvez également garder le fin de votre budget et de vos avoirs en cliquant sur l'icône en haut à droite.

Enfin, les points qui détermineront votre score final sont basés sur les projections de ce que sera votre condition dans 5 ans, en fonction des choix que vous aurez fait dans le jeu.

Bonne chance!

1. Vous venez de terminer vos études et, suite à une entrevue que vous avez passée dans une petite entreprise en démarrage, vous recevez un coup de fil vous informant que vous avez obtenu l'emploi. Félicitations!  
On vous offre un salaire de 20\$ de l'heure, soit 41600\$ par an. Puisque l'entreprise en est encore à ses débuts et a de forts besoins de matière de financement, on vous propose de recevoir une portion de votre salaire en actions de l'entreprise. Ainsi, si, dans quelques années, l'entreprise fonctionne bien et est rentable, vous percevrez des dividendes et pourrez même revendre ces actions à un prix plus élevé; par contre, si l'entreprise doit déclarer faillite, cela implique que la part de salaire que vous aurez investie ne vaudra plus rien.

Quel pourcentage de votre salaire acceptez-vous de recevoir en actions? (Si vous voulez recevoir l'entièreté de votre salaire en argent, inscrivez 0).

**Sources:**

- <http://money.stackexchange.com/questions/45101/how-does-start-up-equity-end-up-paying-off>
- <http://www.forbes.com/sites/baldwin/2013/03/18/dumb-idea-dividends-are-good-for-you/>
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Action\\_\(finance\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Action_(finance))
- <http://www.bloomberg.com/bw/stories/2008-01-14/allocating-stocks-five-common-mistakesbusinessweek-business-news-stock-market-and-financial-advice>
- <http://stockoptioncounsel.com/blog/i-right-to-value-how-to-stock-option-counsel/2014/3/12>
- <http://www.scotiabank.com/ca/fr/0,,1758,00.html>

2. Maintenant que vous êtes sur le marché du travail, vous devez vous déplacer. Vous disposez déjà d'un 5000\$ en argent comptant.

Que choisissez-vous?

- a. Vous achetez une voiture usagée à 4000\$. Elle vous coûtera 50\$ par semaine en essence et 60\$ par mois en assurances. Puisqu'il s'agit d'une voiture usagée, il y a toutefois une probabilité de 5% qu'elle tombe en panne et le prix des réparations peut varier entre 1000\$ et 3000\$. À chaque panne, vous devrez également manquer du travail, ce qui résultera en d'autres pertes, allant jusqu'à 8h, en heures non-travaillées.
- b. Vous achetez une voiture neuve à 15000\$. Vous devez la financer à un taux annuel de 5%. Les assurances vous coûteront 65\$ par mois et l'essence vous en coûtera 40\$ par semaine. Puisqu'il s'agit d'un véhicule neuf, la probabilité qu'elle tombe en panne (et vous fasse donc perdre encore jusqu'à 8h de travail) est de 1%. Les réparations peuvent aller de 1000\$ à 5000\$.
- c. Vous continuez à utiliser le service de transport en commun et votre vélo. Une carte mensuelle vous coûte 100\$. Toutefois, à cause des intempéries ou de retards, la probabilité que vous arriviez en retard à votre travail, et perdiez donc une heure de salaire, est de 10%. Aussi, il vous arrive d'utiliser l'autocar pour voyager; vous faites environ deux voyages par mois, avec un billet aller-retour qui vous coûte normalement autour de 45\$. Environ une fois par an, il vous arrive aussi de louer une voiture, ce qui vous coûte 200\$ à chaque fois.

**Sources:**

- <http://www4.bmo.com/popup/prets/Calculator.html>
- <http://www.desjardins.com/a-propos/etudes-economiques/previsions/previsions-taux-detail/>
- <http://24hmontreal.canoe.ca/24hmontreal/chroniques/carlrenaud/archives/2013/01/20130115-082438.html>
- <http://www.protegez-vous.ca/automobile/voitures-doccasion-astuces-pour-un-achat-fute.html>
- <http://www.metrodemontreal.com/forum/viewtopic.php?t=11887&sid=1d93cd5b6dcc1ec936202947e718f86>
- Un classeur Excel où la matrice de données est vide, mais porte les labels de chacune des options, en lignes, et les catégories de dépense impliquées, en colonnes.

3. Une bonne amie vient, tout comme vous, de commencer sa vie professionnelle à Sherbrooke et vous demande conseil à propos de sa meilleure option de logement.

Cette amie a 25 ans, est célibataire sans enfants, et dispose d'un budget d'environ 1000\$ par mois à consacrer au logement, en plus d'une épargne de 20 000\$. Votre amie cherche le meilleur placement sur un horizon de 5 ans, après quoi elle aimerait acheter une grande maison victorienne.

Que lui conseillez-vous?

- a. Une maison unifamiliale de type “bungalow” à Rock-Forrest, pour 200 000\$;
- b. Un condo neuf au centre-ville, pour 180 000\$;
- c. Un duplex à Fleurimont, avec des revenus mensuels nets de 400\$ par mois, pour 240 000\$;
- d. Demeurer dans son appartement (550\$/mois) et continuer à épargner en attendant d'être en couple, pour se permettre sa grande maison victorienne dans le Vieux-Nord.

#### Sources:

- [http://www.thestar.com/business/personal\\_finance/2015/07/07/rent-the-condo-or-buy-it-readers-respond-mayers.html](http://www.thestar.com/business/personal_finance/2015/07/07/rent-the-condo-or-buy-it-readers-respond-mayers.html)
- <http://www.greaterfool.ca/2013/08/13/renting/>
- <http://affaires.lapresse.ca/economie/immobilier/201106/29/01-4413504-acheter-ou-louer-la-est-la-question.php>
- <http://www.citylab.com/housing/2012/04/future-urban-housing/1672/>
- <http://www.lapresse.ca/la-tribune/economie-et-innovation/201501/21/01-4837197-ratio-salaires-et-prix-des-maisons-sherbrooke-est-3e-au-quebec.php>
- Une simple matrice Excel où des colonnes identifient les choix et les montants énumérés dans la question, et laissent le joueur entrer ses formules.

4. Vous êtes au magasin et devez acheter un nouvel ordinateur, dont vous avez l'intention de vous servir tant dans votre vie privée qu'au travail. Faites un choix parmi les quatre options suivantes:
  - a. Une maison unifamiliale de type “bungalow” à Rock-Forrest, pour 200 000\$
  - b. Un condo neuf au centre-ville, pour 180 000\$
  - c. Un duplex à Fleurimont, avec des revenus mensuels nets de 400\$ par mois, pour 240 000\$
  - d. Demeurer dans son appartement (550\$/mois) et continuer à épargner en attendant d'être en couple, pour se permettre sa grande maison victorienne dans le Vieux-Nord

#### Sources:

- <http://www.protegez-vous.ca/technologie/test-ordinateurs-portables.html>
- <http://amenagement.umontreal.ca/fileadmin/AME/Mon-espace-info/Services/Guide-achat-ordinateur-2014.pdf>
- <http://www.businessinsider.com/best-laptops-2015-1?op=1>
- <http://mashable.com/2015/03/11/chromebook-pixel-2-review/>
- <http://techcrunch.com/2015/04/09/2015-macbook-review/> <http://blogues.radio-canada.ca/triplex/2014/05/29/mise-a-lessai-de-la-surface-pro-3/>
- Une liste des produits couverts dans les articles précédents, présentée sous forme de classeur Excel avec les caractéristiques et les prix

5. Un autre ami, adepte des théories du complot et du survivalisme, a décidé de se faire une cache dans les bois afin d'être prêt à survivre à l'effondrement de la civilisation occidentale. Il vous demande votre aide pour choisir efficacement de quoi garnir son garde-manger. Veuillez choisir l'un des quatre paniers de denrées suivants:
  - a. [5x18L d'eau, 5Kg de riz] pour [5x5\$, 15\$]
  - b. [2x18L d'eau, 1Kg de riz, 5 cannes de macédoine de légumes, 5 cannes de fèves, 5kg

- de farine, 2kg de sucre, 4 boîtes de macaronis] pour [2x5\$, 4\$, 5x0.59\$, 5x1.50\$, 10\$, 3\$, 4x3\$]
- c. [3x18L d'eau, 2Kg de riz, 20 cannes de macédoine de légumes] pour [3x5\$, 7\$, 20x0.59\$]
- d. La trousse 72h de Costco pour 160.24\$

#### Sources:

- <http://offgridsurvival.com/survivalfood/>
- <http://www.preparez-vous.gc.ca/cnt/cts/index-fr.aspx>
- <http://www.infowars.com/economist-us-treasury-buying-survival-kits-is-mad-max-style-planning/>
- <http://www.livestrong.com/article/132148-food-ideas-camping-10-days/>
- [http://readynutrition.com/resources/25-must-have-survival-foods-put-them-in-your-pantry-now\\_03042013/](http://readynutrition.com/resources/25-must-have-survival-foods-put-them-in-your-pantry-now_03042013/)
- <http://ici.radio-canada.ca/regions/dossiers/2015/dans-la-tete-des-survivalistes/>
- <http://campingwithgus.com/2010/12/02/camp-meals-pack-smart/>
- [http://reviews.costco.ca/2070-fr\\_ca/100014285/in-case-of-inc-in-case-of-trousse-de-survie-de-luxe-72-heures-pour-2-personnes-reviews/reviews.htm](http://reviews.costco.ca/2070-fr_ca/100014285/in-case-of-inc-in-case-of-trousse-de-survie-de-luxe-72-heures-pour-2-personnes-reviews/reviews.htm)

6. Vous souhaitez commencer à épargner. En faisant votre budget mensuel, vous remarquez que vous disposez d'environ 500\$ par mois que vous aimeriez épargner régulièrement. Vous avez également un prêt étudiant de 10000\$, pour lequel vous avez un taux d'intérêt variable qui est actuellement à 4,5% annuel. Vous aimeriez également que le montant épargné vous serve de mise de fond pour l'achat d'une propriété d'ici quelques années. Inscrivez quel montant vous consacrez mensuellement au remboursement de votre prêt, quel montant vous investissez dans un REER, et quel montant vous placez dans un CELI.

#### Sources :

- <http://www.groupeinvestors.com/fr/dans-les-medias/articles/placements/l-importance-de-commencer-jeune>
- <http://www.cra-arc.gc.ca/tx/ndvdl/tpcs/rrsp-reer/menu-fra.html>
- <http://www.celi.gc.ca/>
- <http://www.lesaffaires.com/mes-finances/planification/qui-pay-ses-dettes-s-enrichit/568644>
- <http://www.hec.ca/diplome/reseau/documents/chroniquebanquenationale.pdf>
- <http://canadianfinanceblog.com/pay-off-student-loans-or-save/>
- <http://streeteasy.com/talk/discussion/18284-pay-off-student-loans-or-save-for-down-payment-on-a-condo>
- <http://www.questionretraite.qc.ca/fr/chroniques/consacrez-au-moins-10-a-lepargne-retraite/>
- <http://www.cnbc.com/2014/12/08/millennials-will-get-shortchanged-in-retirement.html>

7. Nous sommes dimanche soir; vous êtes à l'épicerie et faites l'épicerie pour vous-même. Vous avez l'intention de faire des sandwiches au poulet pour la semaine. Vous vous demandez s'il vaut mieux la peine d'acheter un poulet déjà cuit ou de simplement acheter un poulet et de le faire cuire vous-même ce soir.
- a. J'achète le poulet cuit pour 14\$.
  - b. J'achète un poulet non-cuit pour 10\$ et je le fais cuire ce soir.
  - c. Tant pis. J'irai chercher quelque chose au restaurant.

### Sources:

- [https://www.iga.net/fr/epicerie\\_en\\_ligne/parcourir/Viande/Poulet](https://www.iga.net/fr/epicerie_en_ligne/parcourir/Viande/Poulet)
- <http://www.sante-nutrition.org/viande-clonee-aliments-aux-nanomateriaux-bataille-au-parlement-europeen/>
- [http://www.provigo.ca/fr\\_CA/flyers.banner@PROV.storenum@8458.html](http://www.provigo.ca/fr_CA/flyers.banner@PROV.storenum@8458.html)
- <http://www.recettes.qc.ca/forum/message.php?id=305729&categorie=1>
- <http://www.metro.ca/circulaire/index.fr.html>
- <http://rue89.nouvelobs.com/2015/08/10/conseils-bidons-hoax-ecolos-arretez-partager-sante-nutritionorg-260670>
- <http://blogues.lapresse.ca/lorie/2011/08/17/le-prix-de-la-vraie-nourriture/>
- <https://www.just-eat.ca/fr/>

8. Un client important de l'entreprise où vous travaillez vous appelle. C'est une personne qui est, pour le dire poliment, difficile. Il arrive toutefois à un bien mauvais moment, puisque vous êtes déjà débordé.
- Il vous demande d'évaluer un projet dont il estime qu'il retirera un bénéfice de 200 000\$. Ce client paie les services de votre entreprise 100\$/l'heure.
- Combien de temps consacrez-vous personnellement à sa requête?

### Sources :

- <http://mashable.com/2011/08/03/freelancing-bad-clients/>
- <http://www.entrepreneur.com/article/173108>
- <http://www.askamanager.org/2013/11/how-can-you-convince-your-employer-to-hire-additional-staff.html>
- [http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/C\\_27/C27.html](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/C_27/C27.html)

9. Malheur! Vous étiez en congé et rouliez joyeusement sur la route lorsque des gyrophares s'allument derrière vous: vous êtes en état d'arrestation, et un policier vous remet une contravention de 125\$ pour excès de vitesse sur l'autoroute, assortie de deux points de démerite. Puisque vous avez automatiquement appuyé sur les freins lorsque vous avez aperçu les gyrophares, vous n'avez pas vu quelle vitesse affichait votre propre odomètre. En plus de la contravention, cela augmentera de 40\$ par an le montant à payer pour renouveler votre permis de conduire, et augmentera de 10% votre prime d'assurance auto, si vous en avez une.
- Vous considérez toutefois l'option de contester la contravention; en effet, l'ami d'un de vos amis affirme s'en tirer à chaque fois. Pour ce faire, vous devrez toutefois passer 3 heures à la cour municipale, ce qui implique que vous manquerez des heures de travail. De plus, si la cour vous déclare coupable, votre amende sera doublée.
- Contestez-vous la contravention?
- a. Oui.
  - b. Non.

### Sources:

- <http://www.protegez-vous.ca/automobile/comment-contester-une-contravention.html>
- <http://sosticket.ca/fr/pourquoi-contester-ticket>
- [http://www.saaq.gouv.qc.ca/faq/faq\\_csr.php](http://www.saaq.gouv.qc.ca/faq/faq_csr.php)
- <http://www.quebec-ticket.com/>
- [http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/C\\_24\\_2/C24\\_2.htm](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/C_24_2/C24_2.htm)



10. Votre client préféré au travail - le même que tout à l'heure - vous rappelle et est de mauvaise humeur. Le projet sur lequel vous avez travaillé précédemment, dont il estimait pouvoir tirer 200 000\$, ne lui en a finalement rapporté que [montant dépendant du temps investi précédemment]. Après une pluie d'insulte, il demande un remboursement total des honoraires versés à votre entreprise. Que faites-vous?
- a. Vous lui expliquez poliment que les problèmes de son entreprise découlent ultimement de ses décisions, pas des vôtres.
  - b. Vous le transférez derechef à votre superviseur.
  - c. Vous tentez de négocier un remboursement de [X]% des honoraires payés.
  - d. Vous offrez de travailler [X] heures gratuitement pour lui sur un prochain projet.

**Sources:**

- <http://mashable.com/2011/08/03/freelancing-bad-clients/>
- <http://www.entrepreneur.com/article/173108>
- <http://www.askamanager.org/2013/11/how-can-you-convince-your-employer-to-hire-additional-staff.html>
- [http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/C\\_27/C27.html](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/C_27/C27.html)
- <http://www.entrepreneur.com/article/77404>
- <http://argp.ca/gestionclientelesdifficiles.pdf>
- [http://www.ecommerce-pratique.info/contents/fr/d93\\_demandes\\_remboursements.html](http://www.ecommerce-pratique.info/contents/fr/d93_demandes_remboursements.html)

11. De retour de vacances, on vous assigne la tâche de trouver de nouveaux bureaux pour l'entreprise où vous travaillez, en forte expansion; votre équipe compte présentement 10 personnes, mais est appelée à prendre de l'ampleur. Vous pouvez acheter, louer ou même faire construire. Vos options sont les suivantes:
- a. Louer un espace de 2000 pieds carrés au centre-ville (loyer de 2000\$/mois) et le meubler pour 20 000\$
  - b. Vous inscrire à un espace de co-travail. Les frais sont de 250\$/mois, par employé
  - c. Acheter un bâtiment de 5000 pieds carrés à Rock Forrest pour 300 000\$. Vous devez aussi faire pour 50 000\$ de rénovations et le meubler pour 20 000\$
  - d. Acheter un terrain au centre-ville (60 000\$) et construire un immeuble de 10 000 pieds carrés (coût : 500 000\$), le meubler (20 000\$) et louer la partie que vous n'utilisez pas

**Sources:**

- [http://www.cmhc-schl.gc.ca/odpub/esub/64449/64449\\_2014\\_A01.pdf](http://www.cmhc-schl.gc.ca/odpub/esub/64449/64449_2014_A01.pdf)
- <http://commercesherbrooke.com/wp-content/uploads/2015/05/Rapport-annuel-2012.pdf>
- <http://www.businessnewsdaily.com/7902-smb-coworking-spaces.html>
- <http://batiments.sherbrooke-innopole.com/>
- <http://www.lapresse.ca/la-tribune/economie-et-innovation/201503/20/01-4853912-lincubateur-espace-inc-ouvrira-ses-portes-mercredi.php>
- <http://www.bdc.ca/FR/articles-outils/strategie-affaires-planification/gerer-affaires/Pages/immeubles-commerciaux-acheter-louer.aspx>
- <http://www.wiesner-hager.com/en/press/the-5-main-office-trends-for-2015-67/>
- <http://www.bdc.ca/FR/articles-outils/strategie-affaires-planification/gerer-affaires/Pages/nouveau-batiment-commercial-12-conseils.aspx>
- Un classeur Excel détaillant, sur les lignes et les colonnes, les prix à entrer; le joueur n'a qu'à entrer des montants et des formules pour obtenir des estimés.

12. Après un an au travail, on souligne votre dévouement en vous remettant un bonus de [bonus variant selon les choix antérieurs]. De plus, puisque l'entreprise a été profitable, un dividende sera versé aux actionnaires; dans votre cas, cela représente [montant variant selon la part achetée au début du jeu]. Cela vous fait donc un montant total de [total].

Vous pouvez faire diverses choses avec cet argent.

- a. Je réinvestis [montant] dans l'entreprise en achetant de nouvelles actions, je place [montant] dans mes REER, je place [montant] dans mon CELI, et j'utilise [montant] pour me gâter.

#### Sources:

- <http://www.groupeinvestors.com/fr/dans-les-medias/articles/placements/l-importance-de-commencer-jeune>
- <http://www.cra-arc.gc.ca/tx/ndvdl/tpcs/rrsp-reer/menu-fra.html>
- <http://www.celi.gc.ca/>
- <http://www.lesaffaires.com/mes-finances/planification/qui-pay-ses-dettes-s-enrichit/568644>
- <http://www.hec.ca/diplome/reseau/documents/chroniquebanquenationale.pdf>
- <http://canadianfinanceblog.com/pay-off-student-loans-or-save/>
- <http://streeteasy.com/talk/discussion/18284-pay-off-student-loans-or-save-for-down-payment-on-a-condo>
- <http://www.questionretraite.qc.ca/fr/chroniques/consacrez-au-moins-10-a-lepargne-retraite/>
- <http://www.cnn.com/2014/12/08/millennials-will-get-shortchanged-in-retirement.html>
- <https://www.desjardins.com/ressources/pdf/table-impot-p-quebec-2015-f.pdf?resVer=1425482649000>

## QUESTIONS PERSONNELLES

#### Obligatoires:

1. Âge
2. Sexe
3. Programme d'étude
4. Adresse courriel (pour envoi du crédit PayPal seulement - sera supprimée après).

#### Factultatives:

5. Si vous occupez un emploi, quel est votre salaire horaire?
6. Parmi les suivantes, quelles sources d'information consultez-vous?
  - i. La Presse - lapresse.ca
  - ii. La Tribune - lapresse.ca/la-tribune
  - iii. La Presse Affaires - affaires.lapresse.ca
  - iv. Mashable - mashable.com
  - v. Le Devoir - ledevoir.com
  - vi. Radio X - radiox.com
  - vii. Les Petites Manies - lespetitesmanies.com
  - viii. The Globe and Mail - theglobeandmail.com
  - ix. Gawker - gawker.com

- x. 7 Jours - 7jours.ca
- xi. The National Post - nationalpost.com
- xii. InfoWars - infowars.com
- xiii. Le Journal de Montréal - journaldemontreal.com
- xiv. Vice News - news.vice.com
- xv. Dr. Oz - doctoroz.com
- xvi. Radio-Canada.ca - radio-canada.ca
- xvii. Slate - slate.com
- xviii. I Fucking Love Science - iflscience.com
- xix. Zero Hedge - zerohedge.com
- xx. The Christian Science Monitor - csmonitor.com
- xxi. TechCrunch - techcrunch.com
- xxii. Jezebel - jezebel.com
- xxiii. Santé Nutrition - sante-nutrition.org
- xxiv. MTL Blog - mtlblog.com
- xxv. The Onion - theonion.com
- xxvi. The Chive - thechive.com
- xxvii. Ricochet - ricochet.media
- xxviii. The Atlantic - theatlantic.com
- xxix. The Toronto Star - thestar.ca
- xxx. Trois Fois par Jour - troisfoisparjour.com
- xxxi. Nouvel Ordre Mondial - nouvelordremondial.cc
- xxxii. ClickHole - clickhole.com
- xxxiii. CBC - cbc.ca
- xxxiv. NarCity - narcity.com
- xxxv. TVA Nouvellestvanouvelles.ca
- xxxvi. The New York Times - nytimes.com
- xxxvii. Ton Petit Look - tonpetitlook.com
- xxxviii. The Food Babe - foodbabe.com
- xxxix. The Washington Post - washingtonpost.com
- xl. MSNBC - msnbc.com
- xli. FOX News - foxnews.com
- xl.ii. BuzzFeed - buzzfeed.com
- xl.iii. The Economist - economist.com
- xliv. Bloomberg - bloomberg.com
- xl. v. Forbes - forbes.com
- xlvi. The Wall Street Journal - wsj.com
- xl. vii. Wikipedia - wikipedia.org
- xl. viii. BBC News - bbc.com/news
- xl. ix. PBS Newshour - pbs.org/newshour